

智能制造：制造强国战略的必经之路

——智能制造系列报告之一



东方证券
ORIENT SECURITIES

核心观点

- **智能制造成为产业升级的必经之路。**中国制造业通过改革开放 40 年来的发展，在规模与产业体系完整性方面居于全球领先地位，但也存在产业附加值低、大而不强等突出问题，通过智能制造完成低端制造向高端制造的战略转型已成为中国的现实需求，也是应对全球竞争的必然之路。2015 年以来，国家相继出台“中国制造 2025”等一系列政策措施，推动智能制造的落地。我们认为，由互联网技术、云计算、大数据、无线通信网等技术集成的云-网-端架构是实现制造业智能化的动力引擎。
- **信息化与大数据构建智能制造云端核心。**通过构建基于精准、实时、高效的数据采集的工业互联体系，制造业可以进行资源配置优化并实现智能化升级。我们认为“智能”的核心在于信息化基础上的互联以及大数据技术上的智能应用，在此背景下，包括工业软件、管理软件在内的企业数字化建设将得到显著拉动；同时在工业互联平台技术上，工业大数据与人工智能将充分为制造业赋能。
- **工业以太网市场份额已然超越现场总线，无线通信渗透率也逐渐提升。**工业通信场景复杂多样，对实时性与可靠性要求显著高于公众通信网络。目前三类主流工业通信技术中，工业以太网市场份额今年首次超过现场总线，同时无线通信增速最快，渗透率逐渐提升。工业以太网的发展将带来接入电缆/光缆、工业网关、集线器/交换机等设备、以及网络设计、整体解决方案等相关各环节的高景气；而长期来看，随着 NB-IoT 等 LPWA 技术发展以及未来 5G 在 uRLLC 场景商用落地，工业无线通信将发挥更为重要的作用。
- **执行端正进行双线变革，数字化改造盘活存量信息，工业机器人体系助制造业跨代升级。**目前，传统制造业和设备正通过加装传感器、通讯模块等形式完成存量设备的数字化升级，同时，中国工业机器人市场正处于高速发展期，国内系统集成厂商通过差异化竞争策略及对中国工业体系更加完整的认识，已成功在多项细分领域完成渗透。国内工业机器人核心零部件开始取得突破并不断追赶，这为工业机器人的成本下降释放了潜力，受益于产业升级与制造智能化需求，未来有望在本体与零部件领域脱颖而出—批优质企业。

投资建议与投资标的

“云-网-端”架构是实现制造业智能化的核心架构；建议关注相关政策红利以及智能制造产业进程加速对三大领域业务推进的积极作用：

- 云端方面：建议关注受益于企业信息化建设加速以及云端解决方案赋能制造业的：用友网络(600588，未评级)、汉得信息(300170，买入)、宝信软件(600845，未评级)、东方国信(300166，未评级)
- 网端方面：关注国内工业以太网行业龙头公司东土科技(300353，未评级)
- 执行端方面：建议关注工业机器人本体与核心零部件领域的龙头公司：上海机电(600835，买入)、黄河旋风(600172，未评级)、汇川技术(300124，未评级)、埃斯顿(002747，未评级)、英威腾(002334，未评级)、中大力德(002896，未评级)、拓斯达(300607，未评级)

风险提示

- 宏观经济下行带来行业发展低于预期；新进入者影响竞争格局

行业评级

看好 中性 看淡 (首次)

国家/地区

中国/A 股

行业

智能制造

报告发布日期

2018 年 03 月 22 日

证券分析师

游涓洋

010-66210783

youjuanyang@orientsec.com.cn

执业证书编号：S0860515080001

傅畅畅

021-63325888-3142

fuchangchang@orientsec.com.cn

执业证书编号：S0860517120001

张颖

021-63325888*6085

zhangying1@orientsec.com.cn

执业证书编号：S0860514090001

联系人

陈聪颖

021-63325888-7900

chencongying@orientsec.com.cn

梁国柱

021-63325888-3210

liangguozhu@orientsec.com.cn

刘荫泽

021-63325888-6094

liuyinze@orientsec.com.cn

邵进明

021-63325888*3209

shaojinming@orientsec.com.cn

东方证券股份有限公司经相关主管机关核准具备证券投资咨询业务资格，据此开展发布证券研究报告业务。

东方证券股份有限公司及其关联机构在法律许可的范围内正在或将要与本研究报告所分析的企业发展业务关系。因此，投资者应当考虑到本公司可能存在对报告的客观性产生影响的利益冲突，不应视本证券研究报告为作出投资决策的唯一因素。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

目 录

一、智能制造——引领产业新革命	6
1.1、智能制造：产业升级的必经之路	6
1.2、政治东风借力，市场前景向好	8
1.2.1、政策密集出台，催化产业高速发展	8
1.2.2、智能制造成各国制造业战略核心	11
1.3、云-网-端架构：实现制造业智能化的核心架构	12
二、云端：平台级应用推动智能化升级	13
2.1、数据互联、智能应用：智能制造云端构建的基础与核心	13
2.2、智能制造背景下，企业数字化建设将得到显著拉动	15
2.3、工业云平台上，大数据与人工智能将充分赋能制造业	18
三、网端：为工业互联及数据流通提供基础支撑	21
3.1 传统工业通信技术亟待变革	21
3.2 工业以太网发展势头加快，份额已然超过现场总线	23
3.3 无线通信快速增长，将重新定义工业场景连接	24
四、执行端：迈向智造时代的现实载体	25
4.1 打破传统工业体系信息围墙，抓取设备端的海量数据	26
4.2 工业机器人有望成为智造时代的最佳载体	27
4.2.1 工业机器人需求有望提速，内资企业加速追赶	28
4.2.2 加速补齐短板，减速机等核心部件奋起直追	32
4.2.3、伺服系统：智能制造的核心环节	35
五、投资建议与投资标的	39
用友网络：国内 ERP 龙头企业，与地方政府合作推进工业云平台	40
汇川技术：国内智能制造龙头，同源技术延伸带来新突破	40
上海机电：合作生产世界顶级减速机	42
黄河旋风：智能制造一站式服务商，中国“工业 4.0”新旗帜	43
东土科技：国内工业以太网领导企业	44
汉得信息：ERP 实施服务龙头厂商，智能制造业务加速增长	45
埃斯顿：具备核心技术的领军企业，内延外拓步入高速成长期	46
宝信软件：智能制造+IDC，双轮驱动推动转型深化	46
英威腾：立足工控，多点扩展，明年有望持续业绩高增长	49
拓斯达：受益行业高速增长，工业机器人的新锐快速崛起	50
中大力德：减速器/电机的国产新星	51
东方国信：大数据业务龙头，工业互联网业务成新增长点	52
风险提示	53

图表目录

图 1：中国制造业面临的主要问题	6
图 2：2010-2017 年中国制造业增加值（万亿元，%）	6
图 3：智能制造产业模式变革方向	7
图 4：智能制造产业链	7
图 5：制造业智能化进程	8
图 6：智能制造落地节奏	8
表 1：智能制造相关政策	8
图 7：中国制造三步走战略	10
图 8：中国制造十大重点领域	10
图 9：2010-2017 年中国智能制造行业产业规模（亿元，%）	10
表 2：中、美、德、日、英智能制造业发展战略对比	11
图 10：工业 4.0 架构	12
图 11：工业互联网架构	12
图 12：云-网-端架构加速两化融合	12
图 13：智能制造：构建标准的数据采集互联体系，由数字化向智能化迈进	13
图 14：用友精智应用架构：设备物联与业务系统互联相互融合，支撑智能决策	14
图 15：基于大数据技术的智能应用，实现“智能制造”价值升级	15
表 3：工业软件分类情况	15
图 16：中国工业软件行业市场规模及预测（单位：亿元）	16
图 17：MES 软件是工业软件的核心	16
图 18：从信息传递速度看 ERP 和 MES	17
图 19：PLM 等产品研发类软件缩短产品研发周期	17
表 4：工业软件代表企业与发展特点	17
表 5：国内外制造业管理软件厂商软件上云情况	18
图 20：工业互联网平台架构图	18
表 6：工业互联网云平台产业体系：通用使能层、平台层、应用创新层	19
图 21：树根互联：工业互联网为多行业赋能	20
图 22：树根互联：智能制造升级经典案例	20
图 23：风电行业：工业互联网构建风电建设运营管理全周期、助力“制造+服务”转型	20
图 24：光伏行业：工业互联网平台汇聚大数据、构建智能运营、决策管理体系	21
图 25：工业互联网网络体系框架	22
图 26：不同工业场景对实时响应时间要求不同	22
图 27：工业控制通信网络发展历程	23
图 28：工业以太网迅速发展，市场份额超越现场总线	24

图 29：工业以太网的主流协议市场分布	24
图 30：工业以太网硬件设备	24
图 31：中国制造端升级思路	25
表 7：内外资传感器厂商（部分）	26
图 32：三一重工物流智能化改造所需硬件	27
图 33：三一重工物流智能化改造方案	27
图 34：三一重工全球设备监测系统	27
图 35：三一故障反馈分析及研发辅助系统	27
图 36：工业机器人产业链	28
图 37：全球工业机器人销量（台）及增速	28
图 38：中国及全球工业机器人销量对比（单位：台）	28
图 39：国际工业机器人厂商的应用构成	29
图 40：国内工业机器人厂商的应用构成	29
图 41：中国工业机器人产量（台）与增速	29
图 42：中国工业机器人全球销量占比逐步提升	29
图 43：我国工业机器人需求测算（台）	30
图 44：工业机器人国产化水平呈上升趋势	30
图 45：制造业人员工资快速上涨	31
图 46：机器人价格及投资回收周期	31
图 47：四大家族收入对比（百万美元）	32
图 48：国产品牌盈利能力尚可（毛利率水平对比）	32
图 49：核心零部件成本占比及进口比例	32
表 8：国内外 165kg 焊接机器人成本对比	32
图 50：六轴工业机器人中精密减速器位置分布	33
图 51：TwinSpin 高精度减速器剖析图	33
图 52：RV 减速器和谐波减速器	34
图 53：国内主要减速机生产商	34
图 54：伺服系统原理图	35
图 55：伺服由控制层控制器、驱动层伺服驱动和执行层电机组成	35
图 56：通用交流伺服市场规模（单位：百万元）	36
图 57：中国制造 2025 在数控机床和工业机器人领域要求	37
图 58：《机器人发展规划（2016-2020 年）》具体内容	37
图 59：2015 年我国伺服市场主要竞争者市场份额	37
图 60：伺服系统国产化率水平可以参考低压变频器历史	38
表 9：国产伺服系统市场规模预测（亿元）	39
图 61：用友网络工业互联网平台	40

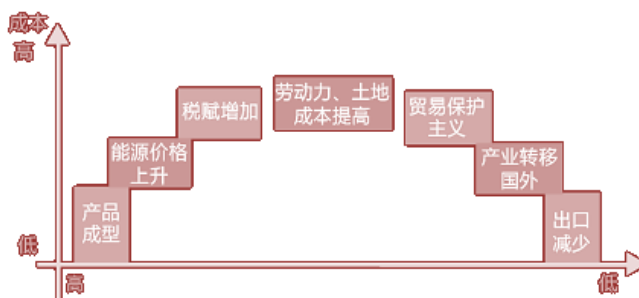
表 10: 用友与各省经信委合作进度一览	40
图 62: 公司营业收入及增速情况 (百万元)	41
图 63: 公司归母净利润及增速情况 (百万元)	41
图 64: 汇川主要伺服产品列表	41
图 65: 全球及中国工业机器人销量及增速	41
图 66: 汇川新能源汽车发展路径	42
图 67: 国际减速机企业排名	42
图 68: 明匠智能是中国智能制造领军企业	43
图 69: 明匠智能基金运作方式	44
图 70: 东土科技智慧工业主要产品	44
图 71: MES 产品的软件模块	45
图 72: 埃斯顿工业机器人	46
图 73: 埃斯顿智慧工厂	46
表 11: 宝信软件: 业务升级, 聚焦云服务 (IDC) 以及信息化与工业化融合	47
图 74: 宝之云: 构建 IDC 批发业务的全面服务	48
图 75: 宝之云: IDC 业务规模持续提升	48
图 76: 公司 MES 业务: 整合上下游产业链, 构建智能工厂	49
图 77: 公司无人化业务: 实现两化深度融合	49
图 78: 公司营业收入及增速情况 (百万元)	49
图 79: 公司归母净利润及增速情况 (百万元)	49
图 80: 拓斯达自主研发的 6 轴机器人	50
图 81: 打磨机器人自动化解决方案	50
图 82: CNC 上下料解决方案	50
图 83: 精雕机自动化解决方案	50
图 84: 减速器/电机产品示意图	51
图 85: 制造业固定资产投资持续增长	52
图 86: 2015 年伺服系统下游分布	52
图 87: 发布工业互联网平台 BIOP: 构建完善解决方案、拓展典型行业应用	53

一、智能制造——引领产业新革命

1.1、智能制造：产业升级的必经之路

改革开放 40 年，中国经济已从高速增长转向中高速增长的经济新常态，过去依靠低成本、低价格及大规模生产能力的优势也将逐渐削弱，中国制造业面临着人口红利消失、劳动力、土地等生产要素成本提升的问题，迫切需要通过智能制造技术重塑中国制造业的新优势。

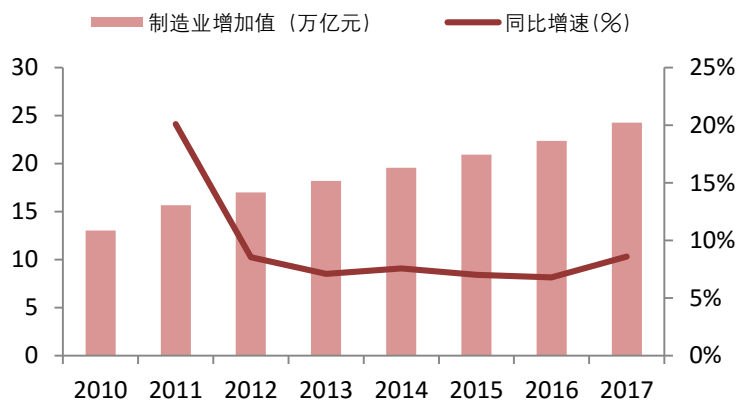
图 1：中国制造业面临的主要问题



数据来源：中投顾问，东方证券研究所

制造业是中国经济的第一大产业，也是立国之本、强国之基，根据国家统计局公布的 2017 年 GDP 的 827,112 亿元中，制造业增加值为 242,707 亿元，同比增长 8.6%，占 GDP 的 29.3%。自 2010 年起，中国就已跃居为全球制造业第一大国，并且是世界上唯一拥有完整工业体系的国家，2010-2017 年，我国制造业增加值呈现出逐年增长的趋势，但是增速逐渐趋于平缓。产业整体仍然处于全球制造业产业链的中低端，产业附加值低，呈现出“大而不强”的特征，依靠智能制造完成低端制造向高端制造的战略转型已成为中国的现实需求。

图 1：2010-2017 年中国制造业增加值（万亿元，%）

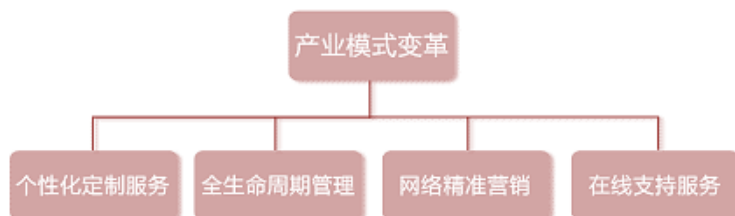


资料来源：Wind，东方证券研究所整理

智能制造技术是基于先进信息通信技术与先进制造技术的深度融合，贯穿于设计、生产、管理、服务等各个环节，并具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应等功能的先进制造体系，它已成为制造业变革的主要方向、制造业转型升级的新引擎，被世界主要工业发达国家推广和应用。

新一代信息通信技术与制造业的融合是智能制造的重要特征。互联网、物联网、云计算、人工智能等新技术，驱动着产品智能化、生产过程智能化、管理智能化、服务智能化在制造业的实现，并支撑制造业转型和构建开放、共享、协作的智能制造产业生态；新技术与制造业的融合也催生着新的产业模式，大规模个性化定制、网络化协同制造、网络精准营销、产品全生命周期管理成为了可能。

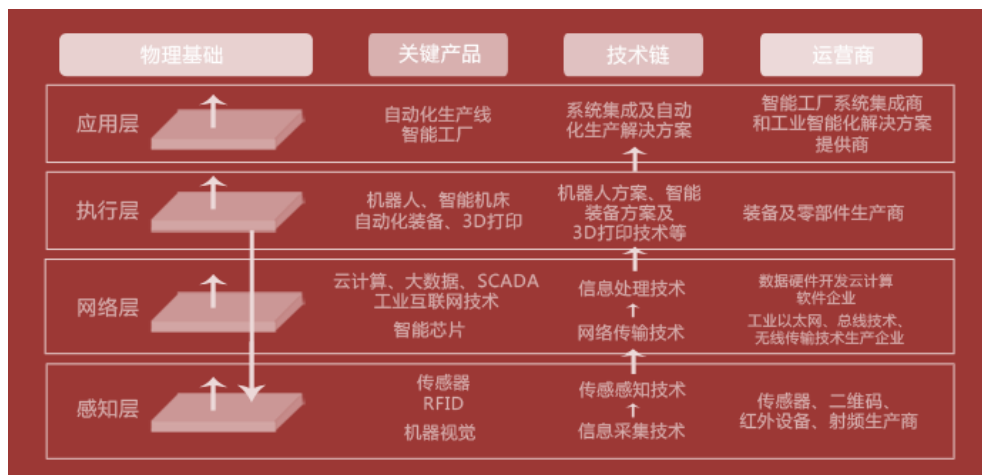
图 3：智能制造产业模式变革方向



资料来源：前瞻网，东方证券研究所整理

智能制造产业链经过多年的发展，现在已日趋成熟，产业链上游为感知层，主要包含制造行业的零部件，以及与信息采集、传感感知相关的产品；产业链中游为网络层，主要包含云计算、大数据、智能芯片等产品；产业链下游为执行层和应用层，主要包含以工业机器人、智能机床、自动化装备、3D 打印为产品构成的自动化生产线和智能工厂。与传统制造业产业链相比，智能制造产业链在新型生产服务型制造、协同开发和云制造等方面具备十分明显的优势。

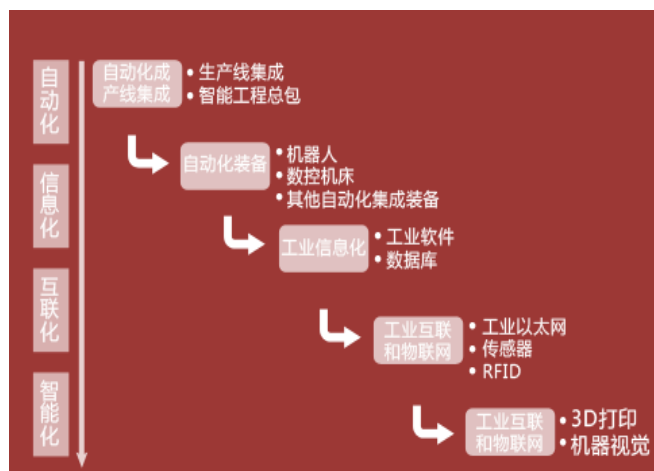
图 4：智能制造产业链



资料来源：前瞻网，东方证券研究所整理

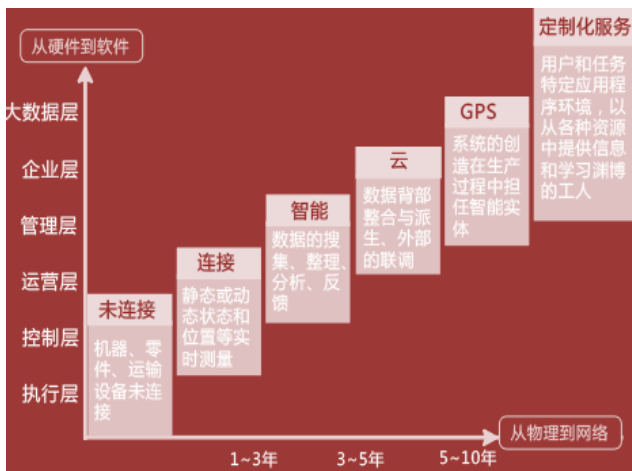
智能制造发展需经历自动化、信息化、互联化、智能化四个阶段。自动化阶段体现在高自动化水平的智能装备替代低自动化水平设备，信息化阶段主要表现为智能化元件提高产品信息处理能力，互联化阶段将建设工厂物联网、服务网、数据网、工厂间互联网，实现装备集成，智能化阶段表现为通过传感器和机器视觉等技术能够实现智能监控和决策。

图 2：制造业智能化进程



资料来源：中国投资咨询网，东方证券研究所整理

图 3：智能制造落地节奏



资料来源：中国投资咨询网，东方证券研究所整理

1.2、政治东风借力，市场前景向好

1.2.1、政策密集出台，催化产业高速发展

中国已是世界制造业大国，但其竞争优势聚集在中低端领域，在高端制造业领域方面竞争力略显不足，并且面临着发达国家“高端制造回流”和发展中国家“中低端制造分流”的双向挤压，为此自2015年起，中国密集出台了“中国制造2025”、“互联网+”、“人工智能”等相关政策，为智能制造的实现做出战略规划和指导。十九大亦提出要加快建设制造强国，发展先进制造业，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合的要求。

表 1：智能制造相关政策

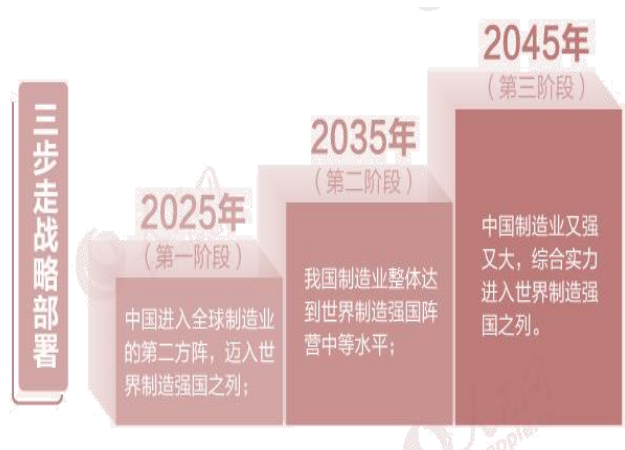
政策名称	发布时间	部门	相关内容
《中国制造 2025》	2015.5	国务院	1) 加快各行业生产设备的智能化改造，提高精准制造、敏捷制造能力；2) 统筹布局 and 推动智能产品的研发和产业化；3) 发展基于互联网的个性化定制、众包设计、云制造等新型制造模式等。
《国务院关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见》	2016.5	国务院	1) 强调制造业是国民经济主体，是实施“互联网+”的主战场；2) 推进深化制造业与互联网融合发展，打造制造企业互联网“双创”平台，支持跨界融合。
《智能制造工程实施指南（2016—2020 年）》	2016.8	工信部、发改委、科技部、重点产业	1) “十三五”期间，推动传统制造业重点领域基本实现数字化制造，有条件的委、科技部、重点产业全面启动并逐步实现智能转型；2) “十四五”期间，构建新型制造体

		财政部	系，重点产业逐步实现智能转型。
《智能制造发展规划 (2016—2020)》	2016.12	工信部、财政部	1)到 2020 年，智能制造发展基础和支撑能力明显增强，传统制造业重点领域基本实现数字化制造，有条件、有基础的重点产业智能转型取得明显进展；2)到 2025 年，智能制造支撑体系基本建立，重点产业初步实现智能转型。
《关于深入推进信息化和工业化融合管理体系的指导意见》	2017.7	工信部、国资委、国标委	1)建立健全标准化组织机构，完善两化融合管理体系标准；2)普及推广两化融合管理体系，持续打造企业新型能力；3)持续建设两化融合；4)健全开放协作的市场化运行体系，提升服务质量。
《高端智能再制造行动计划 (2018—2020 年)》	2017.10	工信部	1) 突破制约我国高端智能再制造发展的关键共性技术；2) 发布 50 项高端智能再制造管理、技术、装备及评价等标准；3) 初步建立可复制推广的再制造产品应用市场化机制。
《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》	2017.11	国务院	1) 推进企业内外网改造升级，构建标识解析和标准体系，建设低时延、高可靠、广覆盖的网络基础设施；2) 推动建设国家、企业两级工业互联网平台体系，促进工业全要素连接和资源优化配置；3) 加强工业互联网安全技术手段建设，建设覆盖产业全生命周期的安全保障体系；4) 加快新技术、新产品、新模式示范部署，以应用促发展、以发展促应用；5) 提出 6 项保障措施。
《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018—2020 年）》	2017.11	发改委	1) 轨道交通装备等制造业重点领域实现产业化，形成一批具有国际影响力的领军企业，打造一批中国制造的知名品牌；2) 创建一批国际公认的中国标准，制造业创新能力明显提升、产品质量大幅提高、综合素质显著增强。
《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划 (2018—2020 年)》	2017.12	工信部	1) 培育和发展智能化产品，推动智能产品在经济社会的集成应用；2) 发展智能传感器、神经网络芯片等关键环节，夯实软硬件基础；3) 深化发展智能制造，提升智能制造关键技术装备创新能力，培育推广智能制造新模式；4) 构建行业训练资源库、标准测试及知识产权服务平台、智能化网络基础设施、网络安全保障等产业公共支撑体系，完善人工智能发展环境。
《国家智能制造标准体系建设指南(2018 年版)》(征求意见稿)	2018.1	工信部、国标委	1) 构建由生命周期、系统层级和智能特征组成的三维智能制造系统架构；2)，形成智能装备、工业互联网、智能使能技术、智能工厂、智能服务等五类关键技术标准；3) 对智能制造标准体系结构分解细化，进而建立智能制造标准体系框架，指导智能制造标准体系建设及相关标准立项工作。

资料来源：政府网站，东方证券研究所整理

所有政策中，《中国制造 2025》是指引中国制造业战略转型的纲领性文件，通过信息化与工业化两化深度融合，促进机械、航空、电子等重点行业生产设备的智能化改造，推动各类智能产品的研发和产业化，发展基于互联网的个性化定制、众包设计、云制造等新型制造模式，从而实现制造大方向制造强国的转变。

图 4：中国制造三步走战略



资料来源：人民网，东方证券研究所整理

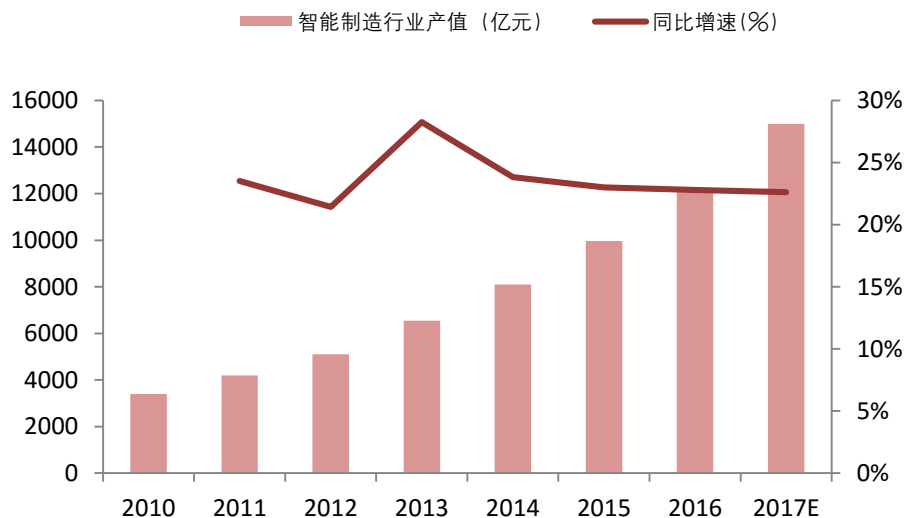
图 5：中国制造十大重点领域



资料来源：人民网，东方证券研究所整理

一系列产业政策的密集出台为中国智能制造行业的快速发展提供支持和保障。中国智能制造行业产值近年一直保持高速发展，年增长率达到 22% 以上，2016 年行业产值达到 12233 亿元，跨入万亿门槛，预计 2017 年中国智能制造行业产值将达到 1.5 万亿。

图 6：2010-2017 年中国智能制造行业产业规模（亿元，%）



资料来源：前瞻产业研究院，东方证券研究所整理

1.2.2、智能制造成各国制造业战略核心

当前，新兴产业和产业革命正在兴起，全球工业体系、发展模式及竞争格局均发生重大变革，因此除了中国外，智能制造也成为其他工业化国家的主攻方向，许多国家陆续出台以智能制造为核心的制造业发展战略，如美国大力推动以“工业互联网”为核心的智能制造战略布局，德国提出的“工业 4.0”战略举措等。

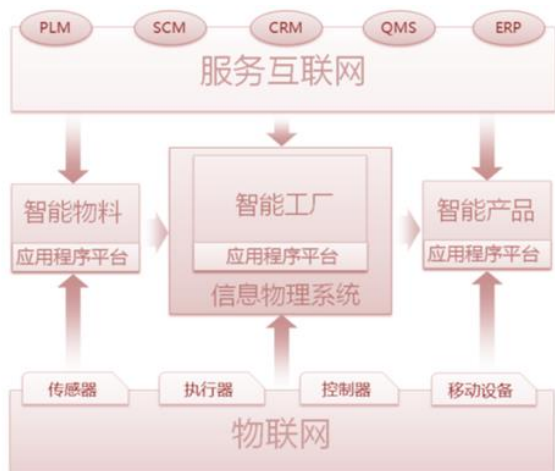
表 2：中、美、德、日、英智能制造业发展战略对比

战略名称	发展基础	战略重点	技术举措
中国制造 2025	制造业总量大，水平参差不齐，互联网应用基础较好	提高创新能力，推进信息化与工业化深度融合，强化工业基础能力，加强质量品牌建设，全面推行绿色制造	两化深度融合
美国先进制造业发展计划	制造业信息化水平全球领先	关注设计、服务等价值链环节，强调智能设备与软件的集成和大数据分析	工业互联网
德国工业 4.0	工业自动化领域全球领先，精密制造能力强，高端装备可靠性水平高	着眼高端智能装备，通过赛博物理系统（CPS）推行智能制造	赛博物理网络系统（CPS）
日本制造业白皮书	自动化程度高，创新能力强	培养制造业所需人才，提升信息化程度，推动制造业不同行业融合	信息化技术+行业融合
英国工业 2050 战略	制造业覆盖面较广，拥有为数众多、创新型的中型企业	推行“服务+再制造（以生产为中心的价值链）”	信息通讯技术、新材料等科技与生产和生产网络融合

资料来源：亿欧网，东方证券研究所整理

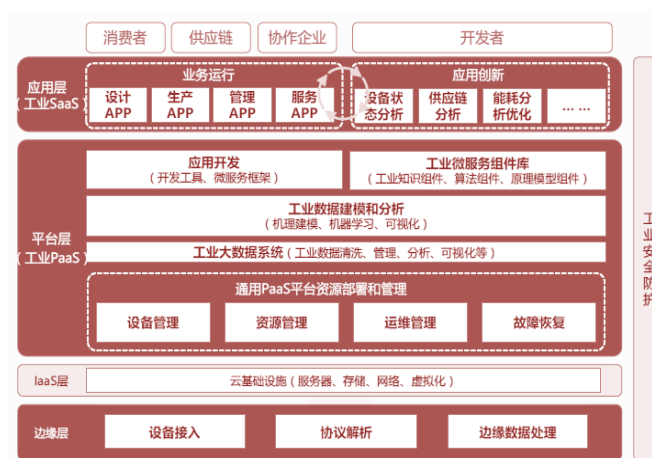
德国工业 4.0 及美国的工业互联网都提出利用信息化及智能化技术来改造当前的生产制造与服务模式，提升生产效率及市场竞争力。但德国工业 4.0 战略立足于“智能工厂”和“智能生产”两大主题，偏重于生产制造的过程，强调生产过程的智能化，旨在推进产业模式由集中式向分散式增强型控制转变，从而提供高度灵活的个性化及数字化生产和服务。而美国的工业互联网偏重于设计、服务环节，强调生产设备的智能化，旨在形成全球化的开放型工业网络，从而实现通信、控制和计算的集合。

图 7：工业 4.0 架构



资料来源：出口贸易网，东方证券研究所整理

图 8：工业互联网架构

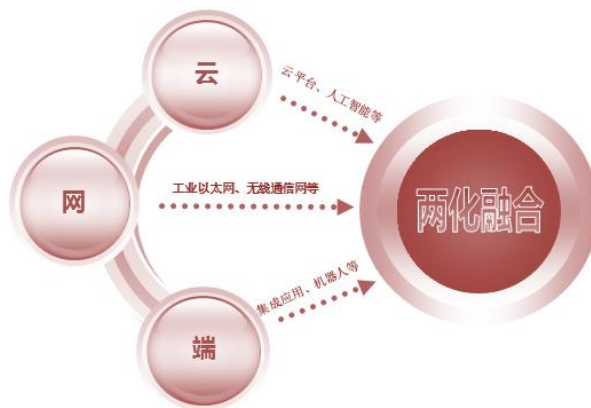


资料来源：工业互联网平台白皮书（2017），东方证券研究所整理

1.3、云-网-端架构：实现制造业智能化的核心架构

由互联网技术、云计算、大数据、无线通信网等技术集成的云-网-端架构是实现制造业智能化的核心，也是加速工业化信息化两化融合的关键。“云”包含工业软件、工业云平台、工业大数据、人工智能等平台设施，为企业提供大数据与经营决策等支持；“网”包含各类工业通信网络，如工业以太网等，它贯穿整个生产服务环节，提供实时高效的信息互联；“端”是集成化的智能应用终端，以及各类智能化的传感器，它们是数据的来源、也是服务提供的界面。

图 9：云-网-端架构加速两化融合



资料来源：前瞻网，东方证券研究所整理

云：包含工业软件、工业云平台、工业大数据、人工智能等平台设施，其中工业软件主要包括 ERP、MES（制造执行系统）、SCM（供应链管理）、PLM（产品生命周期管理）、CRM（客户关系管

理）、过程控制系统等，主要满足制造企业研发设计、业务管理、生产调度、过程控制等需求；工业云平台则通过信息资源的整合向工业提供资源与能力共享服务，如云存储、云应用等服务；而基于工业软件和云平台对数据进行采集、集成与存储，工业大数据与人工智能通过数据智能化处理与分析能力的应用，支撑智能化设计、智能化生产、网络化协同制造、智能化服务和个性化定制等典型的智能制造模式的实现。

网：主要包括工业以太网、无线通信网等，主要解决信息的高效互联。智能制造的实现需要以信息的实施高效联通为基础，而工业以太网与工业无线通信网实现传感器数据传输、生产设备控制信号传输等功能。

端：主要包括智能机床、机器人、AGV 等智能生产设备，也包含传感器等智能数据获取设备。智能机床、机器人等设备是智能生产系统的核心，可以有效提升生产效率、控制质量和降低成本，而通过各类智能传感设备，可以实时采集到设备运行、能耗分析、质量监测等数据，用于工艺改进、质量控制、能耗优化等应用。

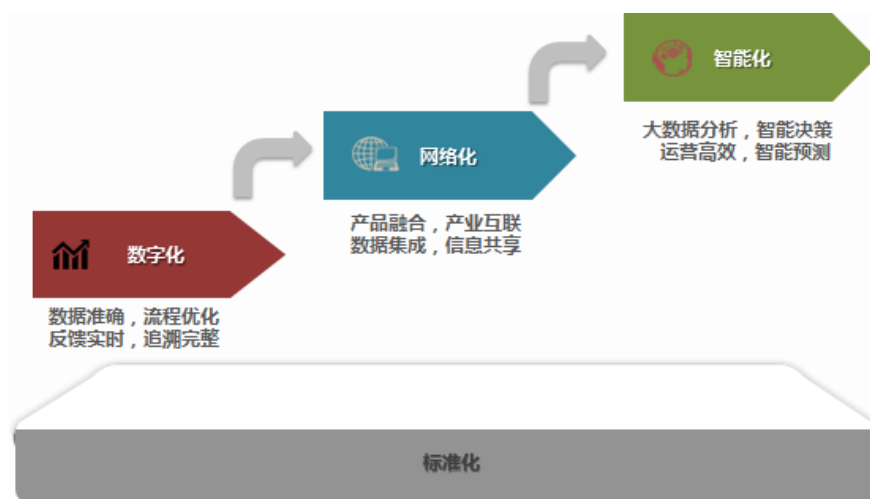
云-网-端的协同发展将推进制造业的信息化及智能化。“云”以灵活调度资源的方式给予企业强大的计算分析能力，“端”以开放、有效的特点便于使用，而“网”为信息互联提供保障。对于制造企业，这些不仅能提高生产效率，降低生产成本，还为业务形态的创新带来更多可能。

二、云端：平台级应用推动智能化升级

2.1、数据互联、智能应用：智能制造云端构建的基础与核心

智能制造云端构建的核心是在信息化的基础上，构建精准、实时、高效的数据采集互联体系，建立面向工业大数据存储、集成、访问、分析、管理的环境；实现工业技术、经验或者知识的模型化；不断优化研发设计、生产制造、运营管理等资源配置效率，以此达到制造业的智能化升级。

图 103：智能制造：构建标准的数据采集互联体系，由数字化向智能化迈进



资料来源：用友网络官网、东方证券研究所

制造全流程数据互联，是智能制造的基础。传统制造向智能制造转型必须逾越“数据孤岛”的鸿沟，在传统的制造生产，销售流通，企业管理的过程中，各子系统相对封闭，数据格式及使用差异使得各部门彼此间不能实时、精准的实现资源共享，造成生产部门无法获取到正在生产使用中设备的实时或历史运行状态和生产信息，管理部门无法做出及时的生产决策和计划等情况，降低制造生产及企业运营效率。在智能制造的升级背景下，将理顺企业生产、业务以及数据流程，通过企业信息化软件（MES、PLM、ERP 等）升级替换以及集成平台消除信息孤岛，利用工业互联网技术收集装备操作情况、运行状态、环境参数，反映产品和设备的实况数据，并通过融合 PLM、ERP 等数据的分析进一步对整个生产过程进行优化，包括：实时监控、故障检测与诊断、能耗管理、生产计划实时调整、业务决策优化支撑等。生产现场的设备物联数据以及业务系统的互联相互融合、打通，是企业通过智能制造提升生产及经营效率的基础。

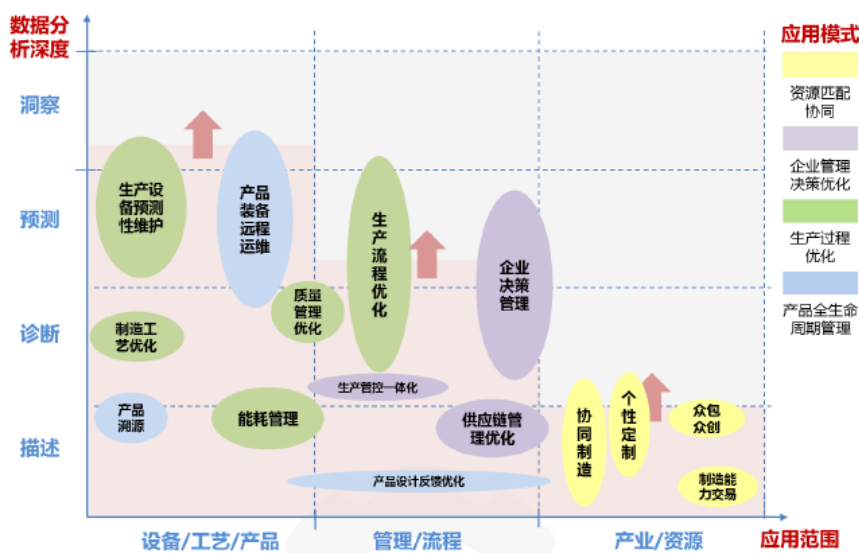
图 114：用友精智应用架构：设备物联与业务系统互联相互融合，支撑智能决策



资料来源：用友网络官网、东方证券研究所

基于大数据技术的智能应用将成为智能制造云端构建的核心，推动企业生产/管理流程、组织模式以及商业模式的创新。当前智能制造平台依然处于初级阶段，主要以“设备物联+分析”或者“业务系统互联+分析”的简单场景优化应用为主。目前大数据支撑的智能应用主要涉及四大方面：1）、生产过程优化、2）、产品全生命周期管理、3）、企业管理决策优化、4）、资源匹配协同；我们认为未来平台应用将随着“制造全流程数据互联”向深层次演进，将在设备物联与业务系统互联全面打通的基础上实现复杂的分析优化，从而推动企业管理流程、组织模式以及商业模式的创新。

图 125：基于大数据技术的智能应用，实现“智能制造”价值升级



资料来源：工业互联网平台白皮书（2017）、东方证券研究所

我们认为信息化基础上的“数据互联”以及大数据技术上的“智能应用”将为智能制造的云端构建带来两大趋势：1）、智能制造涉及生产控制、企业管理等方面的智能化升级，需要实现制造全流程的数据互联，在此基础上企业的数字化建设将得到明显拉动；2）、基于工业云平台，工业大数据与人工智能将充分为制造业赋能，推动生产流程优化与企业管理由局部改进向系统性提升迈进。

2.2、智能制造背景下，企业数字化建设将得到显著拉动

企业数字化建设是实现制造“产品和过程智能化”的保障和基础。信息化基础上的互联互通，为制造企业的数字化建设打下良好的基础，方便企业提升生产效率。数字化的工业软件将为企业的研发设计、经营决策、组织管理提供新的工具，也为产业链上下游协同提供新的基础。

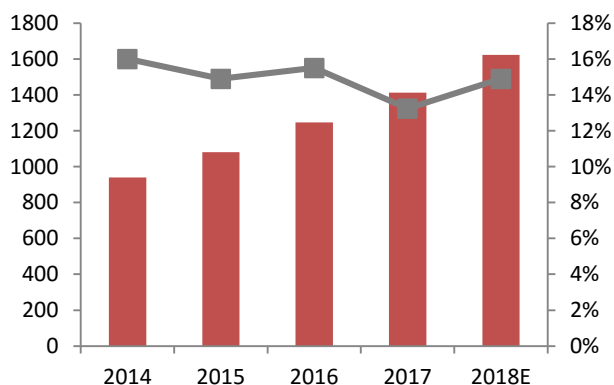
表 3：工业软件的分类情况

工业软件类型	工业软件产品类型	为企业带来的效益
运营管理类	企业资源管理计划（ERP） 客户管理系统（CRM） 质量管理系统（QM） 供应链管理（SCM）	企业数字化推动管理精细化，实现降低成本，缩短生产周期，提升周转能力。同时为上下游产业链协同打下基础
研发设计类	计算机辅助设计（CAD） 产品数据管理系统（PDM） 产品生命周期管理系统（PLM）	好的研发设计工具是智能产品生产的基础和保障，研发设计类软件有利于增强协作，降低研发成本
生产控制类	生产制造执行系统（MES） 数据采集与监视控制系统（SCADA）	实现人与机器，机器与机器之间的控制和交互，提升生产效率

数据来源：东方证券研究所

智能制造背景下，工业软件市场规模有望快速增长。根据 Gartner 报告数据，2014 年全球企业级软件市场规模为 3175 亿美元,同比增长 5.5%, 从 2011 年以来, 全球工业软件市场规模以每年 6% 的速度增长。工业软件构成中主要以生产管理为主, 占比超过 50%, 生产控制类及嵌入式软件占比 25%, 其中研发设计类软件的重要性有所提升, 增速更快。同时, MES 是连接管理层和执行层的重要软件, 随着 MES 软件的普及率提升, 生产层面与管理层面的数据交互频次和深度有望提升, 进一步打开工业软件市场规模空间。根据工控网数据显示: 2014 年全球 MES 行业市场规模约为 67 亿美元, 过去 5 年保持年均 21.65% 的高速增长, 到 2020 年, MES 行业市场规模有望达到 150 亿美元, 未来保持年均 18% 的复合增速。

图 16: 中国工业软件行业市场规模及预测 (单位: 亿元)



数据来源: 中商产业研究院, 东方证券研究所

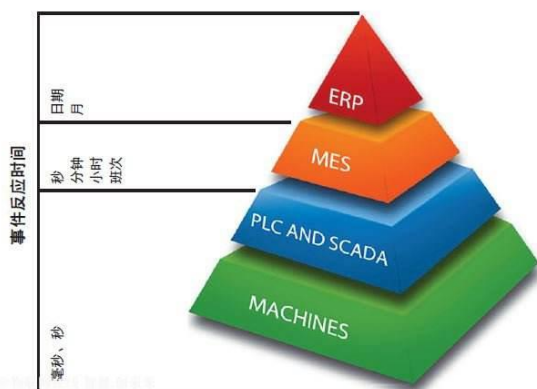
图 17: MES 软件是工业软件的核心



数据来源: 工控网, 东方证券研究所

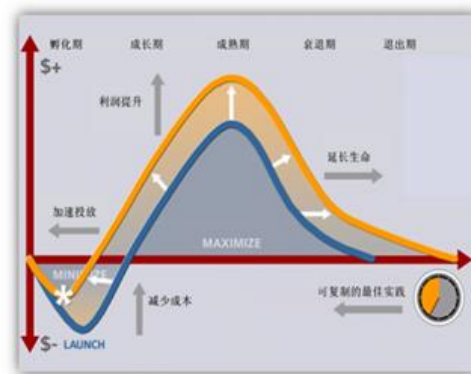
生产控制类软件的普及是精细化管理的基础, 研发设计类软件成为产业升级的助力。国内制造业 ERP 等管理软件相对普及, 但应用深度不高, 数据反馈速度慢, 这是因为车间生产层面的自动化与信息化程度低, 管理无法深入到车间层, 管理精细化程度和效率受到限制。我们认为, 智能制造背景下, 车间设备的自动化程度以及 MES 软件的覆盖率提升将成为趋势, 实现基于数据深入到生产制造过程中的精细化管理。另一方面, 随着制造业的升级, 产业形态逐步向“制造业微笑曲线”的两端迁移, 基于自主研发设计的智能化产品将是企业重点攻克方向, 在此背景下, 研发设计类软件在国内的普及以及应用有望提升, 基于产品全生命周期管理的仿真软件有望成为产业升级的助力。

图 18：从信息传递速度看 ERP 和 MES



数据来源：Smarttimes，东方证券研究所

图 19：PLM 等产品研发类软件缩短产品研发周期



数据来源：Oracle PLM，东方证券研究所

从市场格局的角度：1>管理类软件的格局相对稳定，国外 SAP 和 Oracle 拔得头筹，国内用友网络和金蝶国际等 ERP 厂商处于领先地位。我们认为，未来制造行业逐步向“网络化协同制造”和“C2M”发展，供应链管理和客户管理软件增长快，可链接可交互、数据在线化的云模式将扮演重要角色。未来具备工业云平台能力以及率先打磨出优秀云产品的公司，其增速有望超过竞争对手；2>研发设计类软件，这类软件以国外龙头为主，CAD 产业的主导者是 Autodesk 和达索系统；仿真设计等产品的参与者包括 Autodesk、西门子等公司。国内公司有一定市场份额，但稳定性和专业性有待提升。3>生产控制类软件：MES 软件带有很强的行业属性，定制化程度高，行业差异大。所以 MES 软件行业形成了参与者众多，市场分散的格局。基于 MES 软件的实施服务市场规模将大于 MES 软件本身，国内 ERP 软件实施服务商如汉得信息、赛意信息等公司均进入 MES 软件及实施服务领域。

表 4：工业软件代表企业发展特点

细分领域	代表型企业	发展特点
研发设计	西门子 PLM	通过并购实现全功能集成和整合，深耕行业定制化解决方案
	欧特克 Autodesk	业务线从设计到制造延伸，通过创新型产品拓展市场
	达索 Dassault Systems	增强 CAD、CAE 集成能力，布局中高端市场
生产调度和过程控制	西门子、GE	启动业务重组，通过自研和收并购布局工业软件，建立工业互联网平台（GE 建立 Predix 平台，西门子建立 Mindsphere 平台）整合跨行业的深度应用
	ABB	重点布局机器人等智能装备业务
业务管理	SAP、Oracle	业务向云端发展，深化 ERP 的制造应用模块
	用友网络	业务向云端发展，与中国地方政府签订工业互联网平台协议。

数据来源：东方证券研究所

云化是软件厂商的重要发展战略。从上表可以看到，业务管理软件厂商纷纷将向云端发展作为重要战略。我们认为，未来制造行业逐步向“网络化协同制造”和“C2M”发展，供应链管理和客户管理软件增长快，可链接可交互、数据在线化的云模式将扮演重要角色。ERP 企业纷纷推动软件上云，云化软件在线化多租户等特征，一方面有助于实现工厂产品的全生命周期管理，实现从设计到生产到运维的无缝链接与过程控制；另一方面有助于推动不同工厂不同部门的协同生产。国内外制造业管理软件厂商均推动软件上云，根据年报，SAP2017 年上半年云服务收入占比达到 16.6%；

Oracle 2016 年云服务收入占比达到 12%。国内 ERP 厂商中金蝶国际 2017 年上半年云业务收入占比达到 26.8%，而用友网络云业务收入体量为 0.69 亿元。

表 5：国内外制造业管理软件厂商软件上云情况

企业	SAP (2017H1)	Oracle (2016)	金蝶国际 (2017H1)	用友网络 (2017H1)
云服务 占收入比重	16.6%	12%	26.8%	0.69 亿元

资料来源：SAP/Oracle/金蝶国际/用友网络 公司公告、东方证券研究所

从应用软件云化到工业互联网平台，PaaS 能力是关键。随着工业软件从以前的管理层逐步向生产执行层深入，行业特性逐步凸显，标准化的软件模块对于行业需求无法全面覆盖，建设工业 PaaS 平台有助于知识经验复用与开发者集聚：将细分领域的工业技术、知识、经验、模型等工业原理封装成服务功能模块，有助于海量的细分领域工业 APP 的开发，与工业用户之间形成相互促进、双向迭代的生态体系。ERP 软件厂商具备海量用户，叠加 PaaS 技术能力，将有望吸引开发者聚集在工业互联网平台上，形成生态体系。用友的“精智”工业互联网平台，其 PaaS 层提供设备管理、安全认证、数据分析、机器学习等服务，SaaS 层提供云化工业软件如协同办公，营销采购等应用。

图 20：工业互联网平台架构图



数据来源：工业互联网平台白皮书，东方证券研究所

2.3、工业云平台上，大数据与人工智能将充分赋能制造业

工业互联网云平台产业发展涉及诸多层次、不同领域的主体；我们认为云平台产业生态自下而上可以分为三层：数据采集与集成的基础使能厂商、平台厂商、智能应用厂商；其中平台厂商通过资源整合及工业大数据、人工智能核心能力，实现工业互联及分析平台的构建，是产业链的核心；上游的通用使能厂商主要通过“被集成”方式参与平台构建，成为平台的重要支撑；下游智能应用厂商以平台为载体、基于细分领域工业知识、模型构建拓展应用创新，实现平台价值在细分领域的变现。

表 6：工业互联网云平台产业体系：通用使能层、平台层、应用创新层

产业链层次	细分层次	主要厂商	备注
使能厂商： 提供数据采集与集成的通用使能支撑，通常以“被集成”方式参与平台构建	云计算企业	亚马逊、微软、Pivotal 等	提供云计算基础资源及管件技术支持
	数据管理企业	Oracle、Apache、Splunk 等	提供面向工业场景的对象存储、关系数据库等
	数据分析企业	SAS、IBM、Tableau 等	提供数据挖掘方法与工具
	数据采集与集成企业	KepWare、NI、博世、IBM 等	为设备连接、多源异构数据的集成提供技术支撑
	边缘计算企业	华为、思科、英特尔 等	提供边缘层的数据预处理与轻量级数据分析能力
平台厂商： 通过资源整合、大数据及 AI 能力，构建工业互联网的核心平台	装备与自动化企业	GE、西门子、ABB 等	从自身核心产品能力出发构建平台
	生产制造企业	三一重工/树根互联、海尔、航天科工等	将自身数字化转型经验以平台为载体对外提供服务
	工业软件企业	用友、SAP、Oracle 等	借助平台的数据汇聚与处理能力提升软件性能拓展服务边界
	云计算及信息技术企业	阿里、亚马逊、IBM、微软、华为、思科等	发挥云计算平台及 IT 技术优势将已有平台向制造领域延伸
应用厂商： 以平台为载体，根据细分领域工业知识以落地应用，实现平台价值提升	垂直领域用户	全球研磨制造商格林公司基于西门子 MindSphere 平台开发服务于机床工业的 APP，实现对刀具磨损状态的精准预测和适时更换	行业用户在平台使用过程中结合细分领域工业知识、机理和经验开展创新应用，加快智能制造转型步伐
	第三方开发商	Webalo、Bearings Point、NEC 等	依托平台快速创建应用服务，形成面向不同行业不同场景的工业 APP

资料来源：工业互联网平台白皮书（2017）、东方证券研究所

在智能制造的工业互联网云平台方面，优秀的平台厂商具备工业互联以及大数据/AI 解决方案，通过微服务架构等方式为应用开发者提供丰富的数据分析支撑、智能制造升级能力，能够实现智能应用的快速构建、测试及部署，同时其具备强大的产业资源整合能力，从而成为产业链核心。

以三一重工旗下 RootCloud 工业互联网赋能平台为例，驱动制造业数字化转型

树根互联是三一集团孵化的中国成立最早、连接工业装备最多、服务行业最广泛的工业互联网赋能平台公司；其打造了中国工业互联网赋能平台——根云，致力于给各工业细分行业进行赋能、创新和转型。目前，平台已接入能源设备、纺织设备、专用车辆、港口机械、农业机械及工程机械等各类高价值设备超 40 万台以上，采集近万个参数，连接数千亿资产，为客户开拓超百亿元收入的新业务。

图 21：树根互联：工业互联网为多行业赋能



资料来源：树根互联官网、东方证券研究所

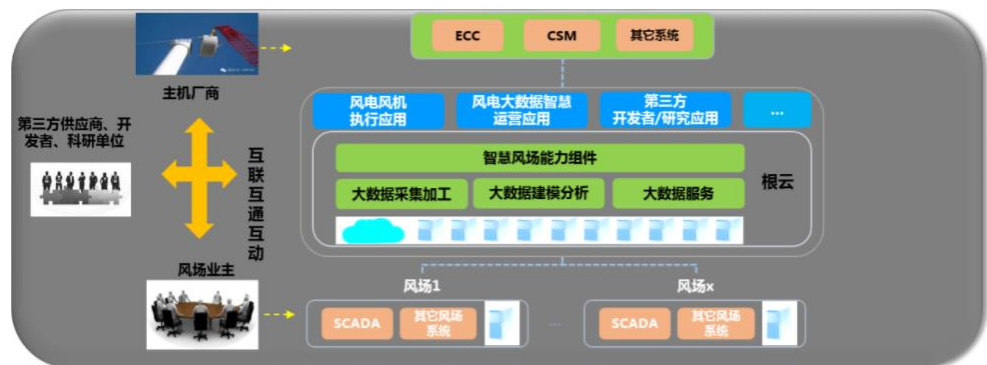
图 22：树根互联：智能制造升级经典案例



资料来源：树根互联官网、东方证券研究所

以风电行业为例：RootCloud 平台能够通过实时采集、传输、存储、告警、分析风电场数据，实时掌握现场运行信息；助力风电行业构建实时监视中心系统。同时平台以风机设备为核心，构建运维管理系统，实现从安装到运行、检修、报废的全生命周期管理。建立故障诊断系统和故障预警系统，实现故障处理指导及故障预防；实现数据驱动业务发展，面向风电建设运营管理全周期，协同各产业链资源，聚焦多维大数据分析应用，助力“制造+服务”转型。

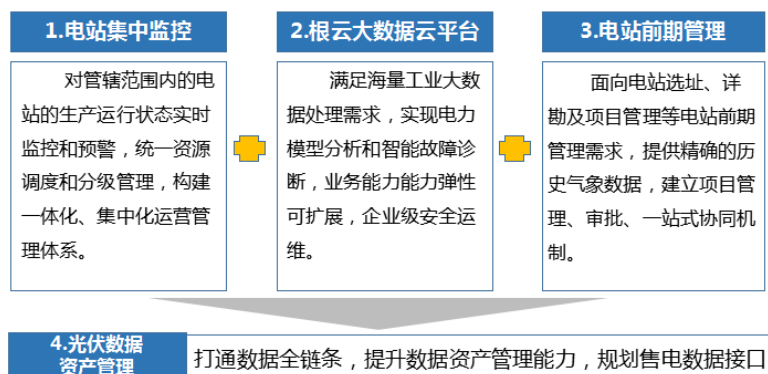
图 23：风电行业：工业互联网构建风电建设运营管理全周期、助力“制造+服务”转型



资料来源：树根互联官网、东方证券研究所

以光伏行业为例：当前光伏发电存在照射的能量分布密度小，需占用巨大面积；获得的能源同四季、昼夜及阴晴等气象条件有关；设备成本高，太阳能利用率较低等问题。根云能够赋能光伏行业，实现电站运行状态动态监控、实时报警、智能化数据分析及电站故障诊断，以打通光伏电站全业务数据链条、提升数据资产管理能力为核心，聚焦数据采集、存储、分析、管理、运营及展示，构建光伏电站集中化运营、管理、分析和决策管理体系，实现光伏电站可持续化运营，提高电站资产的整体经济效益和市场竞争能力。

图 24：光伏行业：工业互联网平台汇聚大数据、构建智能运营、决策管理体系



资料来源：树根互联官网、东方证券研究所

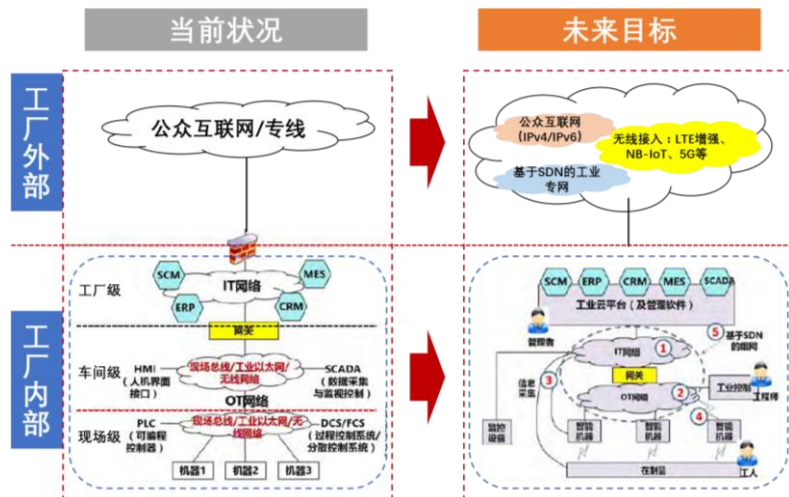
三、网端：为工业互联及数据流通提供基础支撑

网络通信在工业互联网中承担着设备控制、信息采集、交互与传输等功能，同时工业生产过程的大量数据将为企业生产流程优化及内外部协作提供助力。考虑到工业领域不同场景对传输速率、时延、稳定性、开放性、互操作等属性的差异化需求，传统的机器间网络通信技术及架构已经难以满足新的需求。未来的工业通信网络将以更为智能和开放的状态，在实现工业控制的同时，面向多种差异化场景实现互联互通，让数据在工厂内部以及协作主体之间流通并贡献价值。

3.1 传统工业通信技术亟待变革

工业网络主要分为工厂内部和外部两大体系。①、工厂内部网络主要用于生产要素及 IT 系统之间的连接，并分为 OT 网络和 IT 网络两层，其中 OT 网络用于连接生产现场的控制器、传感器、伺服器、监控设备等部件，IT 网络实现对工厂 SCM、ERP、MES 和 CRM 等企业应用的连接，两者之间通过网关设备进行互联和安全隔离。目前工厂内部网络技术标准各异，生产流程覆盖不足，且难以满足个性化定制需求。②、工厂外部网络主要用于连接企业上下游之间、企业与智能产品以及用户之间的网络，目的在于支撑工业全生命周期各项活动。但目前工厂外部网络以 IPv4 公众互联网为主体，其承载连接数量以及低时延、高可靠等网络性能无法满足实际需求。

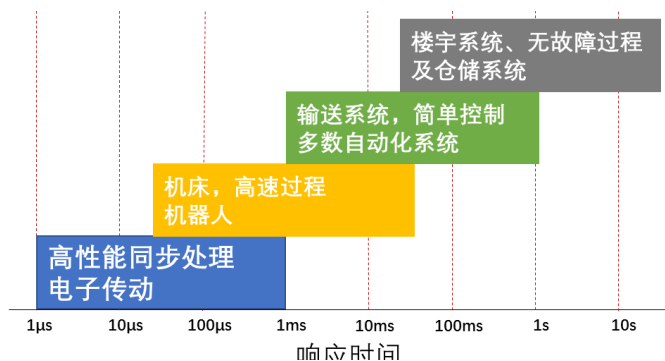
图 25：工业互联网网络体系框架



数据来源：工业互联网产业联盟《工业互联网体系架构报告》、东方证券研究所

工业控制领域对通信网络的实时性与可靠性要求显著高于公众通信网络。①、工业控制系统中传输的一般包括开关信号、流量、压力及操作频率等数据，传输流量相对恒定，更重视逻辑关系的准确传达；同时工业领域通信场景多样而又复杂，并且机器之间通信的容错能力也远不如人与人之间的通信，从而使得工业通信技术对实时性与可靠性要求都显著高于公众通信网络。②、工业控制对实时性定义为系统对某事件响应时间的可预测性，对于汽车 ABS、飞机、工具机床等控制系统响应时间如果达不到将导致致命后果，称之为“硬实时”，对于楼宇系统、电梯、仓库管理等响应时间如果达不到要求只会影响系统控制质量，一般不会造成严重后果，称之为“软实时”。③、一般而言可将工业领域的实时性要求因场景而异，其中高性能同步处理及电子传动等实时工业控制场景要求实时响应时间不超过 1 毫秒，可靠性要求达到 99.999%。

图 26：不同工业场景对实时响应时间要求不同

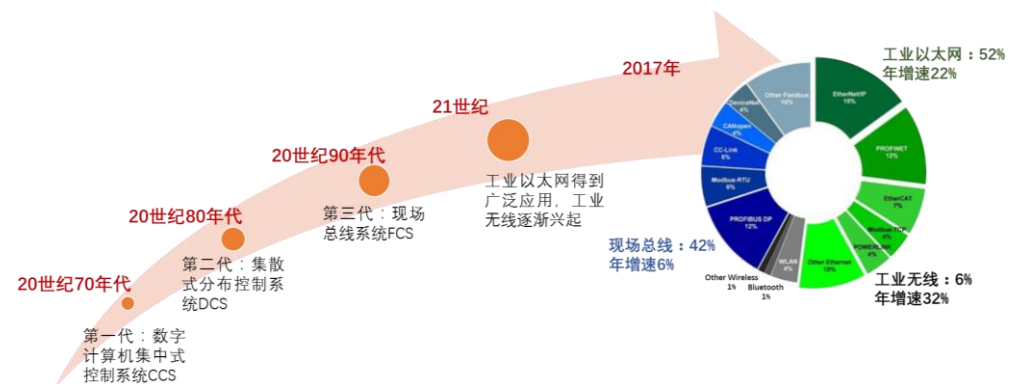


数据来源：MTS 传感器、东方证券研究所

当前工业通信领域三大主流技术为现场总线、工业以太网和无线通信。①、现场总线：自 1984 年正式提出，目前已经在工业控制、自动化系统得到广泛的应用，具有实时性强、稳定性高的优点，缺陷在于至今没有统一标准，例如 2003 年 IEC61158 第三版包含 10 种类型现场总线技术，2007 年发布的第四版在融入以太网为基础的现场总线技术之后合计多达 20 种，而不同公司推出的现

场总线底层技术各不相同，开放性和互操作性还难以统一。②、工业以太网：传输速率较现场总线更快，近年来势头盖过现场总线，但也出现多种不同的技术和协议，背后都有不同的厂商阵营支持，同样导致多种以太网技术并存的局面。③、无线技术：仅需要一台无线信号发射器，相比有线网络具备移动性、组网快速灵活、覆盖面积广和拓展能力强等优点，不仅适用于监控恶劣环境或振动、高速旋转对象，而且便于升级更换，减少接插件故障，能显著降低安装和运维成本。有研究表明，无线传感器网络可以为工业现场节能 10%、减排 15%。

图 27：工业控制通信网络发展历程



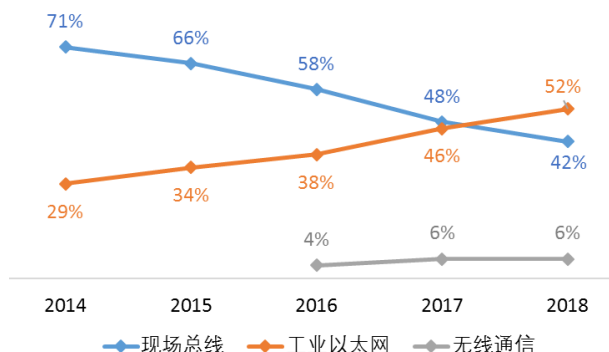
数据来源：HMS、楚俊生、游世林：工业互联网网络技术标准化分析[J]，电信网技术，2017(11)：30-36，东方证券研究所

据 HMS 2018 年最新统计，现场总线、工业以太网以及工业无线三者分别占工业网络市场 52%、42%、6% 市场份额，其中工业以太网首次超过现场总线，并且与工业无线分别以 22% 和 32% 的年增速快速增长。尽管现场总线依然保持个位数增长，但市场份额迅速下滑已然是不争的事实。

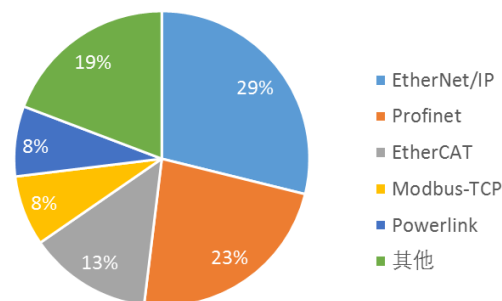
工业互联网对工厂内部及外部网络均提出了新的需求，整体架构将更为扁平化和灵活，IP 化和无线化的趋势将使得工业以太网对传统工业总线技术进一步替代，而随着增强 LTE、NB-IoT 的发展以及未来 5G 的商用，工业无线通信的渗透也将进一步加速。

3.2 工业以太网发展势头加快，份额已然超过现场总线

工业以太网迅速发展，市场份额持续提升。①、工业以太网源于 20 世纪 70 年代推出的以太网技术，主要基于工业控制网络的数据传输标准，针对工业生产需求进行了改造。与商业以太网相比，其时效性、可靠性以及安全性都有显著增强；与传统的现场总线等控制技术相比，在系统开放性、数据传输速率、与信息网络的连接以及通信传输介质等方面也具备显著优势。②、尽管工业以太网主要在 21 世纪初才开始在工业场景逐渐得到广泛应用，但其发展速度迅猛，根据 HMS 最新统计数据，其市场份额首次超过现场总线技术，达到 52%，并且年增速 22% 也远高于现场总线。

图 28：工业以太网迅速发展，市场份额超越现场总线


数据来源：HMS、东方证券研究所

图 29：工业以太网的主流协议市场分布


数据来源：HMS、东方证券研究所

工业通信网络持续由现场总线向工业以太网转移，但同样面临多种协议并存的局面。①、从近五年市场份额数据来看，考虑到实时、可靠及稳定等优点，现场总线技术仍然保持相对较低的增速，但是其份额已然从 71% 下降至 42%，向工业以太网转移的趋势明显。②、目前从全球范围来看，主流的工业以太网协议就多达五种，每一种协议背后都有各自的厂家支持，其中 EtherNet/IP 排在首位，占全部工业通信市场份额 15% 和全部工业以太网市场份额 29%。③、我国制定的工业测量与控制系统 EPA 于 2005 年 3 月成为自动化领域第一个被国际标准化组织接受和发布的标准，适用于多种工业应用场景的通信需求。

随着工业以太网的快速渗透，工业以太网接入相关的电缆/光缆、工业网关、集线器/交换机等硬件设备、以及网络方案设计等相关各方将显著受益。

图 30：工业以太网硬件设备


数据来源：东土科技招股书、东方证券研究所

3.3 无线通信快速增长，将重新定义工业场景连接

工业无线连接优势明显，增长速度显著高于现场总线以及工业以太网。①、基于有线连接的传统工业网络一旦在厂房布线就很难再更改，并且无法满足一些特殊的生产环境对于耐腐蚀以及耐高温等属性的要求，而采用无线连接可以突破部署环境限制，有效降低网络建设与维护成本，同时赋予现场设备移动性，从而提升生产线的灵活程度。②、在 HMS 统计数据中，工业无线市场份额已经从

2015 年 4%增长到 2017 年 6%，尽管目前占比尚远远小于现场总线 and 工业以太网，但其 32%的年增速显著更高。预计在工业以太网逐渐侵占现场总线份额的过程中，无线连接也将进一步快速增长。

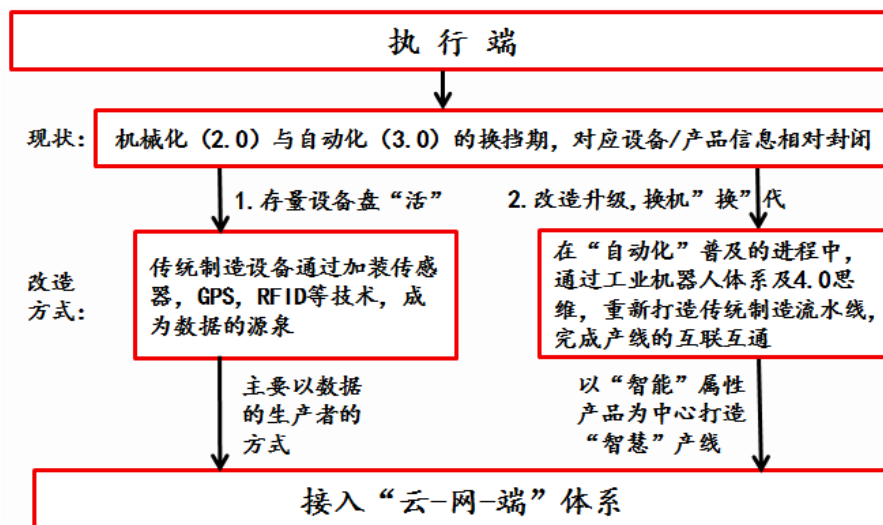
当前工业无线技术尚无法满足实时工业控制场景需求。①、现有工业无线主要为近距离通信技术，其中应用最为广泛的有无线局域网 WiFi 和蓝牙 Bluetooth，此外还有红外 IrDA 以及 ZigBee/超宽带 UWB/GPS/NFC 和 RFID 等具备发展潜力的无线技术标准。②、随着以 NB-IoT、eMTC、LoRa、Sigfox 等为代表的低功耗广域覆盖（LPWA）技术的进一步发展，预计也将凭借更广的覆盖、更低的功耗等特性，在特定的工业场景发挥作用。③、但以上技术在连接数量、传输速度、通信距离及抗电磁干扰等方面都有各自优势和局限，尤其是在实时性和可靠性方面难以保障，目前更多用于设备及产品信息数据的采集、非实时控制及工厂内部信息化等场景，对实时工业控制场景无能为力。

未来 5G 的正式商用将为实时工业控制的无线通信提供有效保障。4G 及以前的移动通信系统都是以系统容量最大化为主要设计目标，无法满足高可靠和高可达性的连接服务要求，而 5G 从最初的性能指标规划就已经考虑到超高可靠低时延（uRLLC）的实时工业控制场景需求。与此同时，5G 网络的海量接入与高速率传输同样能为工业互联网的众多业务场景提供灵活支撑。预计 5G 的成熟和商用将给工业控制领域的通信技术选择带来近乎革命性的变化和机遇。从底层传感器到整体通信解决方案，甚至后续的数据处理分析、智慧工厂的落地都将是一套全新的玩法。

四、执行端：迈向智造时代的现实载体

在我国云-网快速搭建的背景下，机械设备作为工业互联网闭环上的核心环节（数据的源泉和执行者），产品及生产方式的改造升级需求非常强烈。目前来看，由于我国仍处于机械化与自动化的换挡期，相应的产品及生产方式难以将自身携带的信息传递给外界。

图 31：中国制造端升级思路



数据来源：东方证券研究所

在此背景下，我国机械设备的改造升级只有以下两种方式：

1. **盘“活”国内庞大的存量制造设备及机械产品。**我们认为，我国旧有工业体系及产品非常丰富其存量巨大，其所携带的信息量亦非常巨大，如果能将现有制造体系及设备中包含的信息提取出来并上传云端进行分析，那么中国有望成为数据世界的中东，成为 21 世纪最为“富有”的地区；
2. **在工业体系升级的过程中，换机“跨”代。**由于我国正处于自动化的普及阶段，那么在产线升级的进程中，我国制造业可以通过工业机器人体系（包括机器人本体的批量使用及整条产线的智能化改造）实现跨代追赶。我们认为，在跨代的过程中就给具备“智慧”属性的自动化产品（主要以工业机器人为主，其本身具备数据互通能力且智能拓展性极强）带来了巨大的市场空间及投资机会。

4.1 打破传统工业体系信息围墙，抓取设备端的海量数据

正如借助我国人口红利而迅速崛起的消费互联网和移动互联网那样，在工业互联网时代，我国同样具备“数据红利”。中国是全球工业门类最为齐全，体量最大的国家（比如全球数控机床新增消费的 40% 以上发生在中国，中国工业总量约占全球的 20%），其工业系统所蕴含的数据及信息也是全球最大的。如果成功采集并上传云端，那么在大数据的加持下，算法和分析模型并将快速成长、完善，并将与更多的工业场景相匹配。因此，如何打破传统设备信息闭塞的束缚对我国工业互联网的发展至关重要，那么设备及制造中数据采集的基础模块如传感器、GPS、RFID 技术等模块化设备有望率先受益。

表 7：内外资传感器厂商（部分）

	厂商	产品类型
国际品牌	霍尼韦尔	压力，温度，湿度，红外，超声波等
	博世	压力，加速度，陀螺仪等
	ABB	电流，光电，电压等
上市公司	高德红外	红外热成像仪
	科陆电子	电力传感器
	广陆数测	激光位移传感器
	格科微电子	CMOS 图像传感器
	大立科技	红外热成像仪

数据来源：wind，东方证券研究所

在我国传统机械行业，以数据采集和分析为基础的数字化革命已经发生。以三一重工，徐工机械为首的中国传统高端制造企业已基本建成数据化系统和框架。三一和徐工通过其产品在市场上的超高占有率，通过定位系统和传感器等模块将数十万设备的运行状况上传至云端。工程机械的每挥一铲，没动一步都将形成数据痕迹，挖机指数就此形成并成为把握经济动向的重要参考指标。截至 2015 年，三一重工便形成了 5000 多个维度，每天 2 亿条，超过 40TB 的大数据资源。以三一和徐工为首传统机械企业已经站上数据时代的风口，有望成为传统行业的价值重塑者。

图 22：三一重工物流智能化改造所需硬件

安装在移动物体上，它主要由 GPS 接收机、单片机系统、GPRS 模块等组成



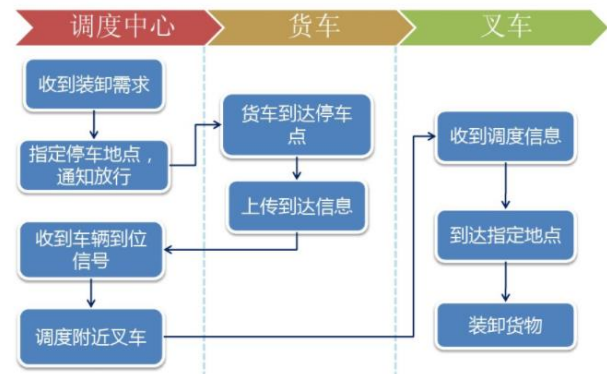
通过车载终端的 232 串口可以外接：

- 1、温度传感器
- 2、湿度传感器
- 3、开关传感器
- 4、电子铅封
- 5、摄像头
- 6、车轮传感器



数据来源：《三一重工智能物联网解决方案-厂区物流调度优化管理平台》，
东方证券研究所

图 33：三一重工物流智能化改造方案



数据来源：《三一重工智能物联网解决方案-厂区物流调度优化管理平台》，
东方证券研究所

图 34：三一重工全球设备监测系统



数据来源：凤凰网，东方证券研究所

图 35：三一故障反馈分析及研发辅助系统

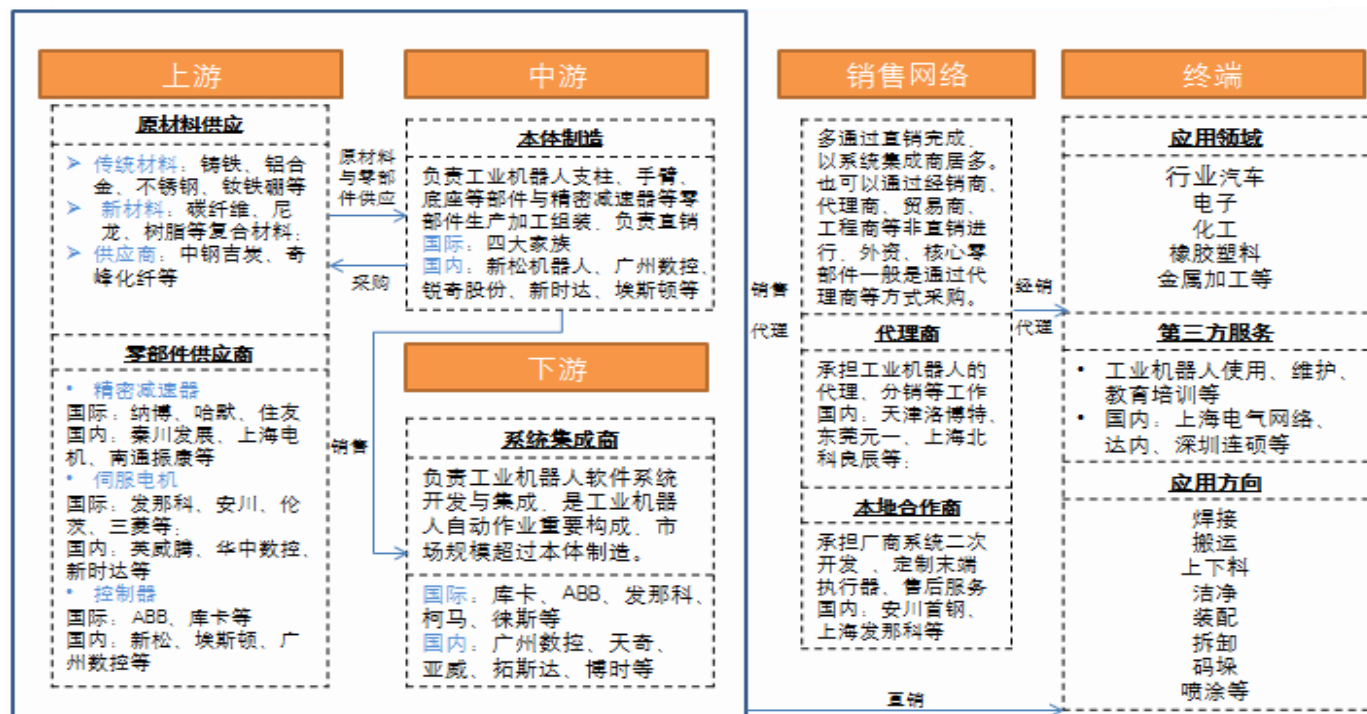


数据来源：凤凰网，东方证券研究所

4.2 工业机器人有望成为智造时代的最佳载体

中国在经历了“四万亿”投资刺激后，制造业不可避免的产生了过剩/无效的低端产能等产业病症。在随后的五年调整期内，国家战略规划逐渐清晰，经济转型、供给侧改革及产业升级应运而生。基于我国目前国情，以智能制造思维（或工业 4.0）加速推进工业 3.0 的普及是我国基本国情下的最优选择。整体来看，我国正处于自动化升级阶段，而工业机器人正是工厂实现自动化/智能化的核心部分，是数据交互的源泉和载体，是通往下个阶段的必经之路。因此我们认为，如果说手机是整个移动互联网时代的入口，那么工业机器人即为“智造”时代的核心接口。

图 36：工业机器人产业链



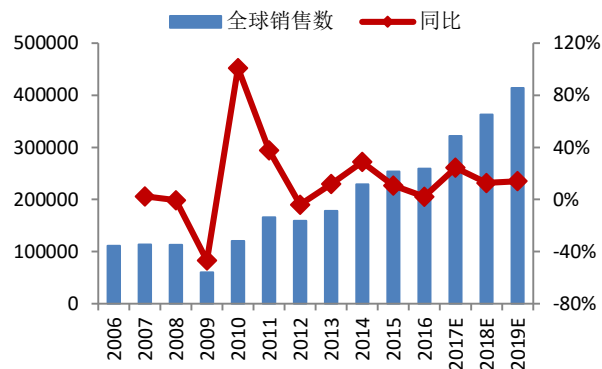
数据来源：东方证券研究所

4.2.1 工业机器人需求有望提速，内资企业加速追赶

(1) 国内机器人销量占比不断提升

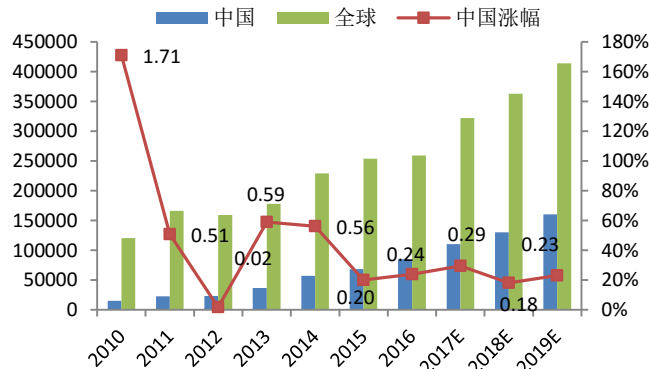
随着我国及全球各大经济体的自动化升级改造不断推进，全球工业机器人的使用密度正快速提升。根据国际机器人联合会（IFR）数据，2016 年全球工业机器人销售额突破 132 亿美元，并预计未来 3 年全球工业机器人年均销售额为 173 亿美元，年均销量 39 万台。

图 37：全球工业机器人销量（台）及增速



数据来源：IFR，东方证券研究所

图 38：中国及全球工业机器人销量对比（单位：台）

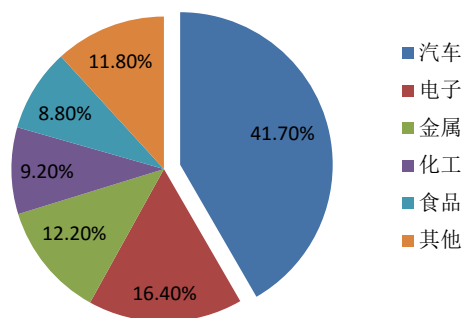


数据来源：IFR，东方证券研究所

2010 年至 2016 年间，中国工业机器人销量年均复合增长率超过 30%，2016 年，中国工业机器人销量 9 万余台，同比增长 31%。自 2013 年以来，中国一直是全球最大工业机器人市场，2016 年全年销量约占全球的 32%。得益于汽车领域，3C 领域快速增长的需求、经济“新常态”大背景下倒闭传统企业节流增效，工业机器人产销规模快速增长并全面高于去年同期。根据 IFR 统计，中国工业机器人销量有望继续增长，预计 2019 年销量将达到 41.4 万台，届时，中国工业机器人体量将达到全球的 4 成左右。

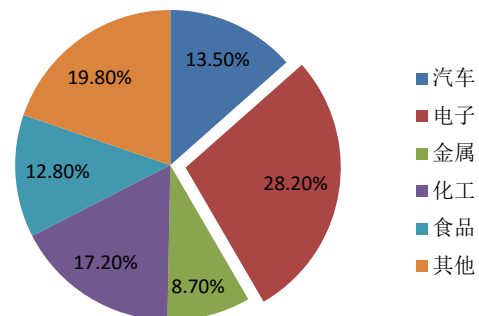
结合工业机器人需求领域的三定律（代替人完成“不想做的事、做不好的事及做不了的事”）与相关数据，对国内工业机器人的下游应用领域进行拆解，可以看到汽车及电子等相关领域的性质决定其对工业机器人的需求高于其他行业，同时食品及纺织等领域的自动化需求正不断提升。但短期来看，电子及汽车仍是拉动我国工业机器人需求的核心力量。

图 39：国际工业机器人厂商的应用构成



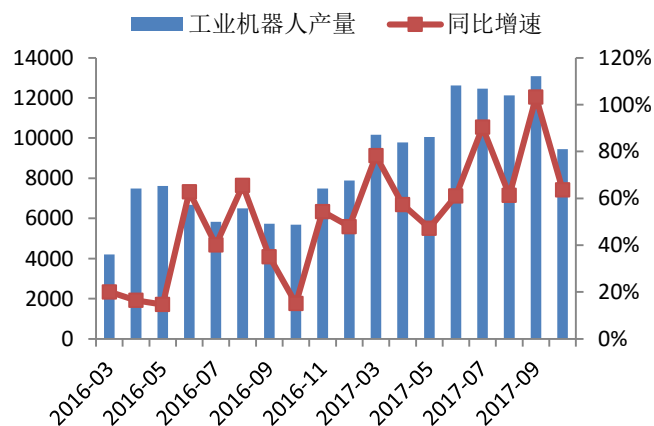
数据来源：IFR，中国产业在线网，东方证券研究所

图 40：国内工业机器人厂商的应用构成



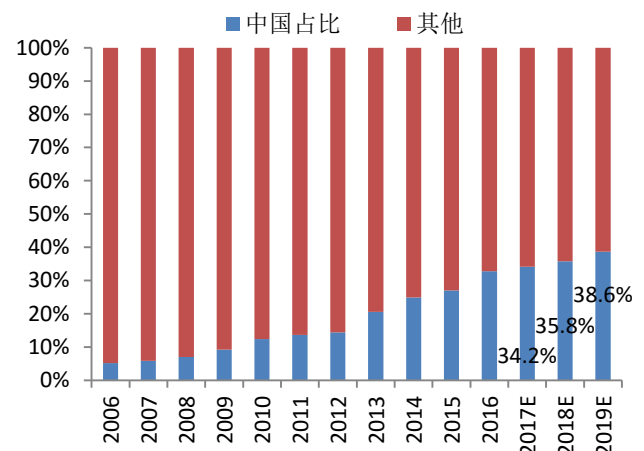
数据来源：IFR，中国产业在线网，东方证券研究所

图 41：中国工业机器人产量（台）与增速



数据来源：IFR，东方证券研究所

图 42：中国工业机器人全球销量占比逐步提升

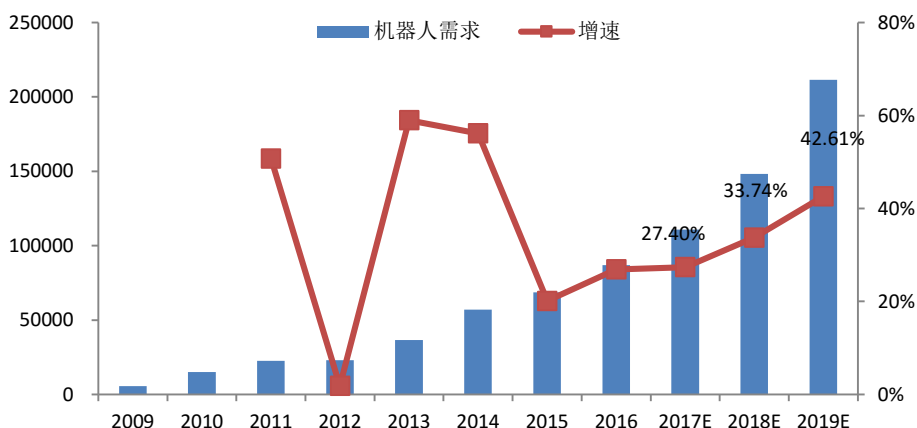


数据来源：IFR，东方证券研究所

(2) 市场需求良好，国产品牌竞争力提升

工业机器人需求有望加速,市场空间继续扩大。根据国内工业机器人销量及各下游板块的历史数据,我们从下游板块的需求增长及宏观层面关于产业升级的强规划两方面进行考虑,对国内工业机器人需求量进行测算。产业升级规划方面:根据国家对重点产业未来 3 年的机器人密度要求,重点产业的自动化程度的提升速度可达 20%。刚性需求方面:由于汽车产业的扩产、电子行业的设备投资(每年均将一定资金投入自动化,例如手机等消费电子,每年换代并需投资换代自动产线)等,可以分别测算各下游板块的直接拉动。我们认为,2018 年工业机器人需求有望再次加速,增速有望达到 33.7%。

图 43：我国工业机器人需求测算（台）



数据来源：IFR，中国产业信息网，东方证券研究所

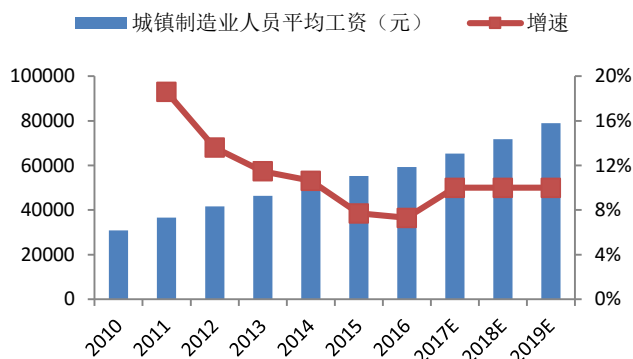
投资回收期降至 1 年，国产品牌竞争力不断提升。根据新战略机器人产业研究所的数据，2015 年我国自主生产的工业机器人销量同比增长 58.7%，而整个中国市场的工业机器人销量增速为 20.7%，前者比后者高出 40 多个百分点。同时，从机器人国产化率的数据来看，自 2011 年以来，工业机器人自主品牌的市场占有率总体保持稳步提升的态势，2015 年市场占比为 30%左右。我们认为，经过近几年的发展，国有自主品牌的市场竞争力一直在增强。

图 44：工业机器人国产化水平呈上升趋势

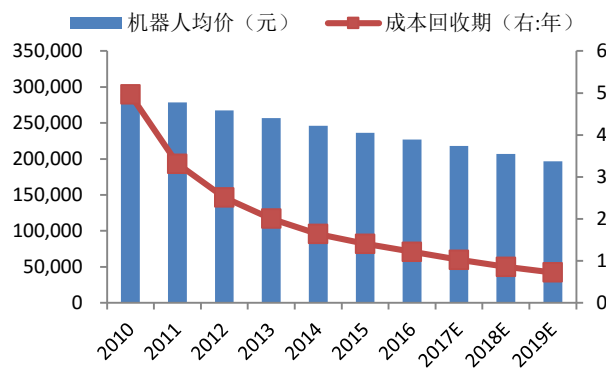


数据来源：新战略机器人网，东方证券研究所

我国之所以仍处于机械化与自动化的换挡期，是因为我国早期劳动人口众多，人工成本较低。然而近年来，我国人口老龄化加速，适龄的劳动人口不断下降。同时，我国制造业城镇职工平均工资每年平均增速在 11% 以上，但是随着产业的发展、技术成熟及市场竞争，工业机器的价格逐年下降，机器换人是制造业的发展方向。根据我们的测算，2018 年，国产工业机器人的投资回收期将下降到 1 年以内（三个季度左右），我们认为，国产机器人的吸引力和竞争力正在快速增强。

图 45：制造业人员工资快速上涨


数据来源：国家统计局，中国产业信息网，东方证券研究所

图 46：机器人价格及投资回收期


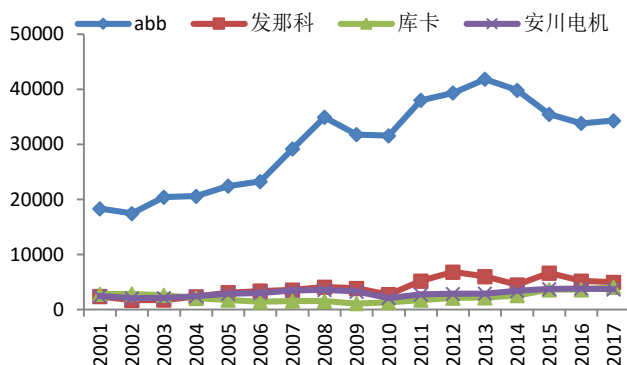
数据来源：国家统计局，中国产业信息网，东方证券研究所

(3) “四大家族”持续扩产，国产品牌力求突破

“四大家族”扩大产能，国内市场竞争依旧激烈。据日本《SankeiBiz》的报道，日本发那科公司正在建设新厂房，并预计 2018 年 8 月投产。同时去年 1 月，库卡在上海举行了中国二期厂房奠基仪式，未来，随着新厂房的投，公司在中国上海的机器人产能有望翻倍。反观国内，根据中国机器人联盟的数据，17 年上半年我国工业机器人销量为 1.85 万台，同比增长 19%，低于行业整体水平。但目前来看，国家及地方通过政府投资基金、保险补偿等市场化方式予以产业支持，积极引导企业与有关研发单位、用户、上下游企业等自主组建“产学研用”联合体，开展有关技术创新和产业化示范等项目。从盈利能力上看，国内龙头公司在毛利率等盈利能力上与国际巨头持平甚至更好（但其中一些公司没有单独披露机器人业务指标）。因此我们认为，随着机器人的普及价格下降（年均 4-5%），国内机器人厂商有意图（一些型企业开始完全采用国产零部件并下压价格，如 SCARA 机器人年底价格可能会再下压 25%）且仍有能力（毛利率水平与四大家族持平）冲击中低端市场，并有望占领中低端市场，迅速完成国产替代。

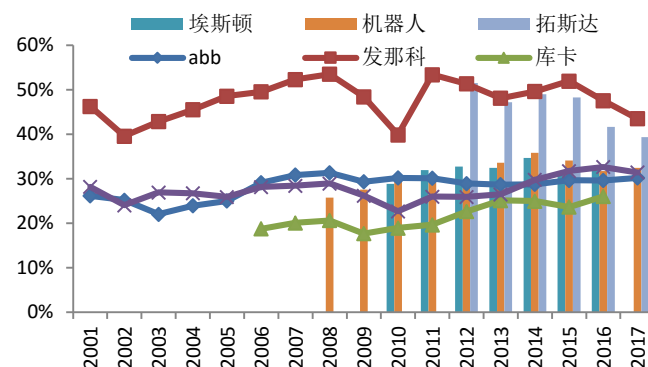
总体来看，在面对外资机器人降价的打压及对进口零部件过度依赖的双重挤压下，我国工业机器人企业达到维持盈亏平衡线，大部分企业本体业务处于亏损状态。相对于机器人本体的研发制造，系统集成由于其壁垒不高，已经我国工业机器人企业的必争之地，也是目前工业机器人体系里唯一能实现正收益的板块。但长远来看，系统集成业务由于其非标、对下游工艺理解要求较高等特点，系统集成业务难以实现规模化生产，因此内资企业多选择特定细分领域进行深耕。

图 47：四大家族收入对比（百万美元）



数据来源：Bloomberg，东方证券研究所

图 48：国产品牌盈利能力尚可（毛利率水平对比）

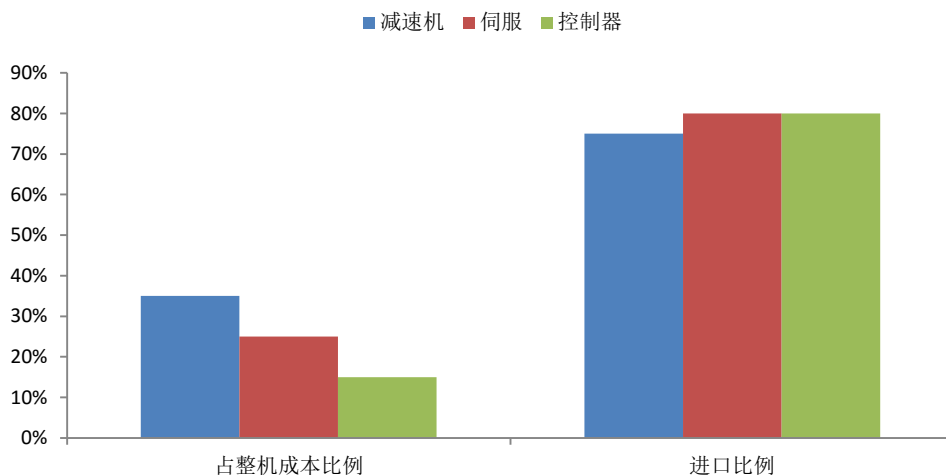


数据来源：Bloomberg，wind，东方证券研究所

4.2.2 加速补齐短板，减速机等核心部件奋起直追

减速器、伺服系统、控制器、变频器、传感器等产品作为工业机器人的心脏与大脑，目前仍以进口为主，在高端市场领域，国内公司如想制造出与国际品牌相近的性能，核心部件必须进口且价比在 1.7 倍上下。因此，目前依靠压低价格的替代方式很难在高端市场（如整车制造等）实现。但核心零部件方面，控制器已与国际水平相差较小，伺服电机系统自主配套雏形已现，减速机方面也已实现突破、产量喜人，为中高端价格下压释放巨大空间。

图 49：核心零部件成本占比及进口比例



数据来源：腾讯科技，东方证券研究所

表 8：国内外 165kg 焊接机器人成本对比

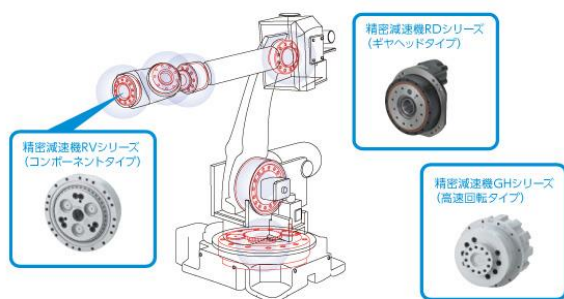
	国外机器人	占比	国产机器人	占比	成本比
机械本体	47040	27.04%	65269	21.20%	1.39

减速器	20840	11.98%	91813	29.83%	4.41
伺服电机	25475	14.65%	42816	13.91%	1.68
伺服驱动	19000	10.92%	37053	12.04%	1.95
运动控制器	5000	2.87%	13000	4.22%	2.60
其他电气部分	26050	14.98%	26050	8.46%	1.00
装配与调试	25200	14.49%	23000	7.47%	0.91
钕铁硼材料	5095	2.93%	8563	2.78%	1.68
N35SH	220	0.13%	220	0.07%	1.00
单体用量	23	0.01%	39	0.01%	1.70
共计	173943	100.00%	307823	100.00%	1.77

数据来源：《2014—2019 年中国钕铁硼永磁材料产业市场分析及投资前景预测报告》，东方证券研究所

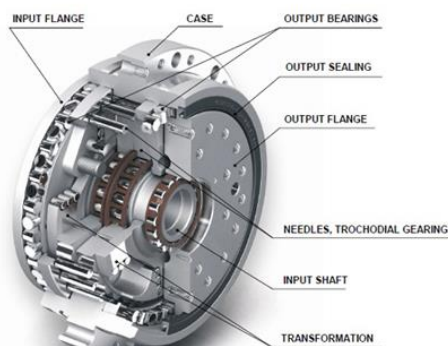
减速器，也称“机器人关节”，是以工业机器人为代表的高端自动化设备的核心传动部件。减速器在机械传动领域是连接动力源和执行机构之间的中间装置，通常它把电动机、内燃机等高速运转的动力通过输入轴上的小齿轮啮合输出轴上的大齿轮来达到减速的目的，并传递更大的转矩。目前成熟并标准化的减速器有：圆柱齿轮减速器、涡轮减速器、行星减速器、行星齿轮减速器、RV 减速器、摆线针轮减速器和谐波减速器。80-90 年代以来，在新兴产业如航空航天、机器人和医疗器械等发展的需求下，需要结构简单紧凑、传递功率大、噪声低、传动平稳的高性能精密减速器，其中 RV 减速器和谐波减速器是精密减速器中重要的两种减速器。目前工业机器人发展特点是高速、精确、机身机构紧凑、多自由度和提高刚性，重点领域还要求重载或响应速度快。如汽车整车生产的电焊机器人负载大部分在 150-300kg 之间。

图 50：六轴工业机器人中精密减速器位置分布



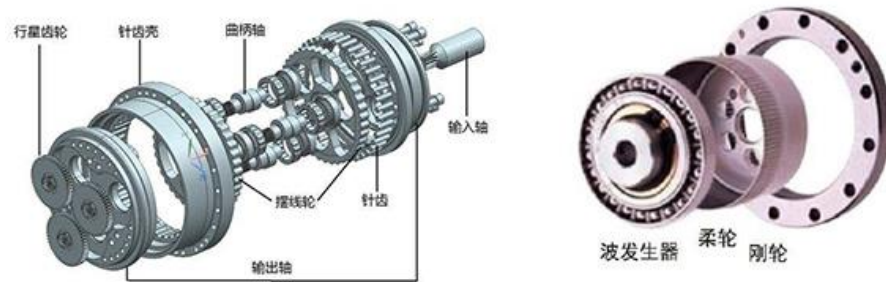
数据来源：Nabtesco，东方证券研究所

图 51：TwinSpin 高精度减速器剖析图



数据来源：Spinea，东方证券研究所

图 52：RV 减速器和谐波减速器



数据来源：Kusiky, 东方证券研究所

在关节型机器人中，由于 RV 减速器具有更高的刚度和回转精度，一般将 RV 减速器放置在机座、大臂、肩部等重负载的位置，而将谐波减速器放置在小臂、腕部或手部。

RV 减速器是在摆线针轮传动基础上发展起来的，具有二级减速和中心圆盘支承结构。因其传动比大、传动效率高、运动精度高、回差小、低振动、刚性大和高可靠性等优点是机器人的“御用”减速器。**谐波减速器**是由谐波发生器使柔轮产生可控的弹性变形，靠柔轮与刚轮啮合来传递动力，并达到减速的目的。谐波减速器传动比大、外形轮廓小、零件数目少且传动效率高。单机传动比可达到 50-4000，而传动效率高达 92%-96%。

技术壁垒高，产业集中度高。机器人减速机的发展依赖于国家装备制造业的提高，是系统性工程。减速机和伺服电机对轴承、齿轮的精度要求非常高，目前纳博特斯克和哈默纳科占据了全球主要的市场份额。目前，ABB、发那科、安川、库卡等国际主流机器人整机厂商均由以上两家公司提供减速机，并且与两家公司有着非常苛刻的合作条件，即在使用这两家公司产品时不能再使用别家的产品，否则将解除合作关系。

图 53：国内主要减速机生产商

谐波减速机. 规划产能			
大族激光	北京中技克美	苏州绿的谐波. 10 万台	来福谐波
东莞鑫拓	杭州金辰	山东帅克	谐波传动技术研究所
RV 减速机. 规划产能			
上海机电. 20 万台	双环传动. 6 万台	秦川发展. 9 万台	韶能股份
巨轮股份	南通振康. 1 万台	武汉精华	江苏泰隆
聚隆股份	湖北荣屹昊	上海奇步	浙江恒丰泰

数据来源：公司官网，东方证券研究所（注：红色部分为上市公司）

国产占比尚小，市场潜力巨大。对于高精度机器人减速机，日本具备绝对领先优势，目前全球机器人行业 75%的精密减速机被日本的 Nabtesco 和 HarmonicDrive 两家垄断（业界俗称 RV 减速机和

谐波减速机），其中主要生产RV减速器的Nabtesco约占60%的份额；主要生产谐波减速器的Hamonica Drive约占15%的份额。另外，据中国机器人联盟数据显示，一台工业机器人需要4-8个关节减速器，如果按照一台通用机器人配置6套减速器推算，那么2018-2019年，我国工业机器人对减速器的新增需求量分别将达到78.4万套、92.5万套，机器人减速器的市场规模有超过500亿元。

目前，内资企业经过多年的努力和探索，在减速机领域不断突破。以南通振康为代表的RV减速机企业，公司2015年产量是200多台，产品已被多家机器人厂商试用，包括国外的ABB、KUKA、发那科以及国内的埃夫特、埃斯顿等企业等。其中，埃夫特已经通过试用后购买了几百台RV减速机产品。目前公司累计已销售1万余台RV减速机。同时以绿的谐波为代表的国产谐波减速机也已快速崛起，在轻负载领域已逐步实现了进口替代。达等国内著名机器人生产商。根据公司官网信息，2016年苏州绿的销售谐波减速器超过6万台，在国内机器人谐波减速器市场的渗透率超过80%，市场占有率超过50%，已拥有较好的品牌知名度和口碑，产品得到国内、外市场的广泛认可。我们认为，国内的领先企业正快速追赶并投入大量资金积极采购国外成熟专用机床，快速实现量产并积极扩建。由于减速机技术壁垒较高，成本结构失衡，内资企业在采购过程中受到价格歧视，我们认为这也将倒逼内资厂商与减速机厂商紧密合作、相互扶持，产业集群有望铸成，未来产业集群竞争力将不容小觑，有望诞生黑马公司。

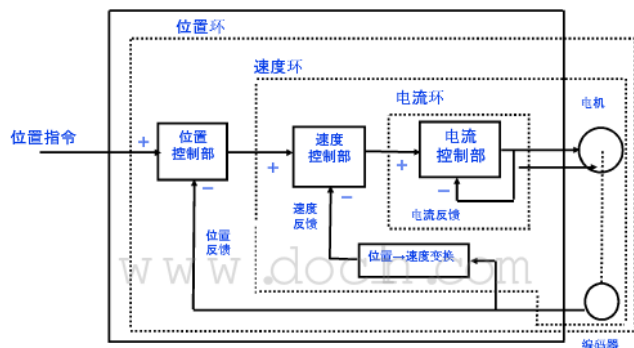
4.2.3 伺服系统：智能制造的核心环节

(1) 伺服系统已经得到广泛应用

伺服系统是使系统终端执行结构根据控制指令实现包括位移、转速和力矩等维度动作的设备总称。由控制层面的控制器、驱动层面的伺服驱动和执行层面的伺服电机，辅之编码器组成。它决定了自动化机械的精度、控制速度和稳定性，因此是工业自动化设备的核心。

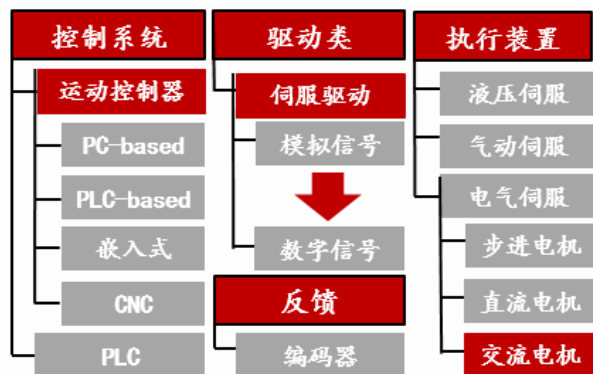
伺服系统按照末端执行机构种类划分，伺服系统可以分为液压、气动和电气三类。随着电气化和数字化的发展，交流同步伺服已经成为高精度伺服系统的主流产品。伺服系统作为工业自动化最重要的控制和执行机构之一，在机床工具、纺织机械、印刷机械和包装机械等领域得到广泛应用，同时随近几年工业机器人、电子制造设备等产业的迅速扩张，伺服系统在新兴产业的应用规模增长迅速。

图 54：伺服系统原理图



数据来源：工控网、东方证券研究所

图 55：伺服由控制层控制器、驱动层伺服驱动和执行层电机组成



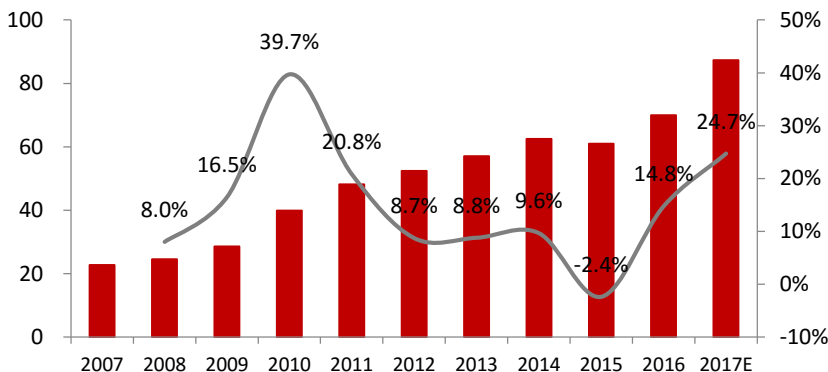
数据来源：东方证券研究所

(2) 伺服系统是智能制造发展的关键

发展智能制造在设备端离不开高精密装备，伺服系统是其核心构成。伺服系统是自动化行业中实现精确定位、精准运动的必要途径，也是保证精密设备控制精度、速度和扭矩的关键环节，推动其发展将极大提升我国智能制造的技术水平和市场竞争力，为实现智能制造打下良好基础。智能制造重要基础的工业机器人为例，伺服电机一般安装在机器人的关节处，而机器人关节的驱动离不开伺服系统，关节越多，机器人的柔性 and 精准度越高，伺服系统决定了工业机器人的响应速度、负载能力、控制连续性、调速范围和运行稳定性等多项重要参数，是工业机器人实现精准操作、柔性制造的核心决定因素。

随下游行业对高精密设备需求的不断提升，我国伺服系统市场规模也不断扩大。仅通用交流伺服产品市场规模在 2008—2017 年就经历了从 24 亿到 87 亿元的快速增长，2008—2017 年 CAGR 为 15%。伴随下游精密控制设备在电子制造、工业机器人、数控机床、食品包装、医疗设备等行业得到越来越广泛的应用，我们预计未来几年伺服市场（包括交流伺服、直流伺服、编码器、CNC 控制器等产品）将实现 30—40% 左右增速，到 2020 年我国伺服系统累计市场规模有望超过 800 亿元。

图 56：通用交流伺服市场规模（单位：百万元）



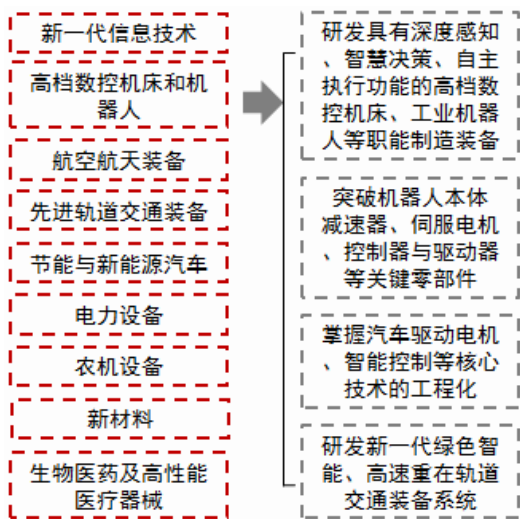
数据来源：工控网、东方证券研究所

(3) 伺服支持政策不断落地，企业投资力度持续走强

中国制造 2025 力度空前，核心部件的国产化突破是工控领域下一步发展的重中之重。2015 年 5 月国务院发布《中国制造 2025》，旨在应对新技术革命冲击，推动传统制造业向高端制造业跨越式发展，而核心部件的国产化突破是提高智能制造水平，实施工业强基工程的第一要务。其中高档数控机床、机器人和新能源汽车的开发作为重点突破领域，突出强调要加快突破伺服电机及驱动器等关键零部件的技术瓶颈。根据《中国制造 2025》纲要，2015 年 11 月，工信部通过数控机床专项“十三五”计划，旨在覆盖《中国制造 2025》对数控机床关键技术的迫切需求，提高我国机床行业整体数控化率。2016 年 4 月，工信部又发布《机器人发展规划（2016—2020 年）》，具体指出到 2020 年我国自主品牌工业机器人年产量要达到 10 万台，六轴及以上工业机器人年产量达到 5 万台；关键零部件如精密减速机、伺服电机及驱动器的市场占有率要达到 50% 以上。同时，《中国制造 2025》也明确提出了对新能源汽车关键配套零部件的发展规划，到 2020 年驱动电机要达到国际先进水平，国内市场占有率达到 80%。各省市也陆续颁布指导政策，并提出落实《中国制造 2025》“十三五”规划目标，预计到 2020 年我国智能制造总产值将超过 3 万亿元。

无论是对数控机床和机器人渗透率的指标要求还是对核心应用零部件的国产化突破,积极培育龙头企业是快速打破进口依赖,推动技术普及的有效途径。创新项目补贴成为相关政策落地的主要形式。在《中国制造 2025》重点发展领域有重大突破或发展意向的公司可以向地方发改委进行创新项目申报,以伺服系统为核心的从上游技术到下游应用一条龙的相关研发项目成为重点补贴对象。

图 57：中国制造 2025 在数控机床和工业机器人领域要求



数据来源：国务院、东方证券研究所

图 58：《机器人发展规划（2016-2020 年）》具体内容

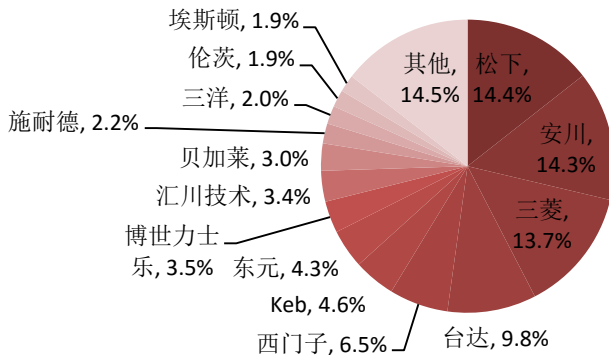
工业机器人政策	具体内容	详细计划
发展目标	自主品牌机器人年产量	10 万台
	六轴及以上工业机器人年产量	5 万台以上
	培养国际竞争力的龙头企业	3 家以上
技术水平显著提升	工业机器人平均无故障时间	8 万小时
关键零部件重大突破	六轴及以上工业机器人应用	市占率 50%以上
集成应用显著成效	工业机器人应用密度	150 以上
大力发展机器人关键零部件	高精密减速器	高速率、低重量、免维护
	专用伺服电机和驱动器	提高效率、实现高功率密度
	高性能控制器	提高高速变负载过程的运动精度

数据来源：工信部、东方证券研究所

(4) 伺服系统进口替代是实现中国智造的基础

伺服系统市场进口替代空间大。目前我国伺服系统市场国产品牌渗透率只有 20%，以西门子、博世力士乐为代表的欧美品牌基本垄断大型伺服市场，以松下、安川和三菱为代表的日系品牌以中小伺服为主，在国产品牌中汇川和埃斯顿处于领先地位，2016 年两者的市占率之和约为 6%，可见市场规模扩大叠加国产品牌进口替代进程推进，伺服系统市场有望帮助国产品牌打开巨大的盈利空间。

图 59：2015 年我国伺服市场主要竞争者市场份额



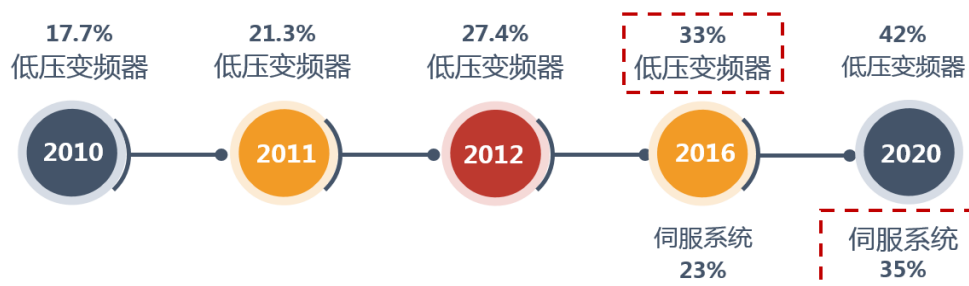
数据来源：工控网、东方证券研究所

同时我们认为伺服系统目前已经具备进口替代加速的必要条件，具体包括以下四点：

- **《中国制造 2025》对伺服发展给予大力政策支持**，《中国制造 2025》将伺服系统列为智能制造重点突破的核心部件，并给予相关公司及项目大量资金补贴；
- **伺服下游主要市场需求即将放量**，根据我们对 2018 年工控下游市场的判断，伴随制造业的全面回暖和产业升级的持续进行，电子制造设备、数控机床和工业机器人对伺服系统的需求将逐步释放；
- **国内伺服产品价格优势已经凸显**，根据德意志银行的报告，目前我国自动化设备相比于日本有 15% 的价格优势，相比于欧美有 30% 的价格优势，同时以汇川为例，其 2016 年伺服系统的毛利率水平在 45% 以上，叠加政府补贴之后的毛利率可以达到 50%，结合公司净利率水平，产品大致还有 46% 左右的降价空间，也就是说国产品牌价格最低可以达到日系品牌 46%，欧美品牌 38% 的价格水平，其经济性已经得以凸显。
- **国产伺服产品与外资企业的技术差距正在逐渐缩小**。根据我们对经销商的调研，国产伺服产品与外资企业产品的技术差距还是存在的，但差距正在不断缩小。目前国产伺服产品性能已经能够覆盖 70-80% 的需求场景，同时国产品牌在售后服务响应速度、经销渠道铺设等方面的优势又在某种程度上能够弥补自身在技术上的短板。

同样，伺服系统国产化渗透率的提升路径可以参考国产低压变频器的发展历史。2016 年伺服系统的国产化率刚好处于 2011 年低压变频器国产化率的水平，且由于目前龙头公司已经具备深厚的技术沉淀，下游工业机器人、电子制造等行业对伺服市场的带动作用更强，因此我们判断伺服的国产化率进程大概率要快于变频器，有可能在 2020 年实现国产化率 35% 的目标。

图 60：伺服系统国产化率水平可以参考低压变频器历史



数据来源：东方证券研究所

对于行业应用下游，根据的相关数据，到 2019 年，机床、电子设备和工业机器人将成为伺服应用最主要的三大市场，合计占伺服市场总规模比重将达到 47.7%。我们预计 2018 年三大市场将会给伺服系统市场带来超过 60 亿元的增量，叠加三大市场占总伺服市场比重，预计 2018-2020 年累计市场规模将接近 500 亿元。根据之前预测的国产化渗透率的增长，2018 年国产伺服品牌的增量产品收入在 54 亿元左右，累计市场规模将超过 150 亿元，到 2020 年国产伺服的市场规模预计将接近 300 亿元，2017-2020 年 CAGR 超过 40%。

表 9：国产伺服系统市场规模预测（亿元）

亿元	2016	2017E	2018E	2019E	2020E
伺服系统新增市场规模	125	136	148	161	179
机床	28	28	29	30	32
工业机器人	23	28	33	40	47
电子制造	4	5	6	7	8
机床+工业机器人+电子伺服市场占比	44%	46%	47%	48%	49%
国产化渗透率	23%	26%	30%	33%	35%
国产伺服系统新增市场规模	29	42	54	67	83
国产伺服系统累计市场规模	54	96	150	217	300

数据来源：睿工业、中国产业信息网、东方证券研究所

五、投资建议与投资标的

我们认为智能制造本质是新一代信息通信技术与制造业的融合；其驱动着产品智能化、生产过程智能化、管理智能化、服务智能化在制造业的实现，并支撑制造业转型和构建开放、共享、协作的智能制造产业生态。**“云-网-端”架构是实现制造业智能化的核心架构；在当前政策红利持续加码、产业各方持续布局的背景下，建议从“云-网-端”三大领域挖掘智能制造快速落地所带来的业务边际增量以及产业价值的提升。**

1>在智能制造的云端层面，我们认为信息化基础上的“数据互联”以及大数据技术上的“智能应用”是智能制造云端的核心；云端构建则包括基础的工业软件、工业互联网云平台以及上层的工业大数据及人工智能应用平台。我们看到智能制造的云端构建将带来两大产业趋势：1）、企业的数字化建设成为制造业升级的基础，需求将得到明显的拉动；2）、基于工业云平台，工业大数据与人工智能等解决方案将充分为制造业赋能，推动生产流程优化与企业管理由局部改进向系统性提升迈进。两大产业趋势下建议关注：用友网络、汉得信息、宝信软件、东方国信。

2>网络层面，中短期主要看好工业以太网逐渐替代现场总线、市场份额迅速提升带来的投资机会，设备层面的接入电缆/光缆、工业网关、集线器/交换机等、以及网络设计、整体解决方案等相关各方都将显著受益。从相对长期来看，随着短距离无线通信技术的进一步演进、低功耗广覆盖技术 NB-IoT/eMTC 等成规模商用落地，以及未来 5G 在面向工业实时控制等超高可靠低时延 (uRLLC) 场景的应用，最终工业无线通信将逐渐从辅助角色过渡到发挥重要作用。建议关注工业以太网核心企业东土科技。

3>在“端”的层面，国内系统集成厂商通过差异化竞争策略及对中国工业体系更加完整的认识，已成功在多项细分领域完成渗透，尤其以汽车与 3C 领域最为突出。同时，在一些技术研发实力强大的企业的努力下，我国工业机器人核心零部件开始取得突破并不断追赶，这为我国工业机器人的成本下降释放了潜力。我们认为，受益于产业升级与制造智能化需求，未来将在工业机器人本体与核心零部件领域脱颖而出。一批国产优质企业，建议关注工业自动化领先企业汇川技术、英威腾，机器人本体供应商埃斯顿，核心零部件供应商上海机电、中大力德，以及集成应用商拓斯达、黄河旋风。

用友网络：国内 ERP 龙头企业，与地方政府合作推进工业云平台

国内 ERP 领先企业。用友专注企业软件与服务 30 年，是全球领先的企业服务提供商，拥有多家面向不同行业和领域的子公司，在数字营销、智能制造、财务、人力资源、社交与协同办公、企业金融等企业云服务领域快速发展。已累计服务大中型企业组织客户超过 200 万家。用友基于移动互联网、云计算、大数据、人工智能、物联网、区块链的新一代企业计算技术，形成了以“软件、云服务、金融”为三大核心业务的企业互联网服务，业务领域从之前的企业管理扩展到业务运营和企业金融，服务层级从企业级走向社会级。

图 61：用友网络工业互联网平台



数据来源：用友官网，东方证券研究所

工业云战略协议频繁落地，云服务上升到政策推进层面。2017 年以来，随着政策的推动，各省企业上云计划频频落地。近期，公司分别与江西、湖北、浙江经信委签署“工业云”战略合作协议。企业数据上云对信息安全的要求高，当地政府更倾向于本土云服务企业。用友在软件领域耕耘多年，对工业企业的业务架构非常熟悉，公司借助其在 SaaS 及 PaaS 端的积累，推出成型产品——“精智”工业云平台。故我们预期在此轮工业上云的浪潮中脱颖而出。

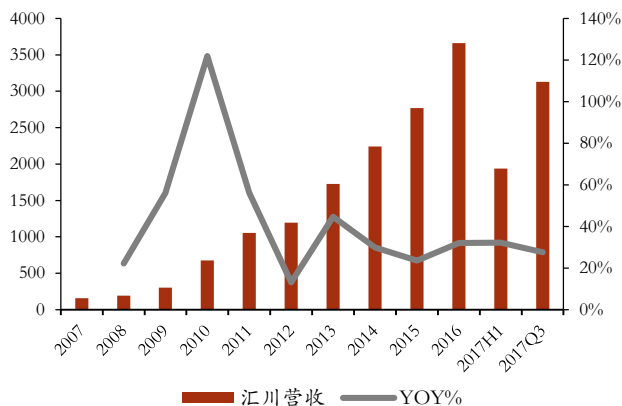
表 10：用友与各省经信委合作进度一览

省份	合作项目	合作时间	合作内容
江西省	1+X 企业云服务平台	2017.11	连接江西省规模以上 1.2 万家工业企业、0.6 万家服务企业，打造政府、企业、公共服务三位一体的社会化商业平台
湖北省	湖北省工业云（用友）平台	2017.12	2018 年将为 10000 家中小企业提供云服务，其中规模以上工业企业 2000 家
浙江省	用友企业上云联盟	2017.12	首批发展 30 家左右联盟单位，并继续扩大联盟生态圈

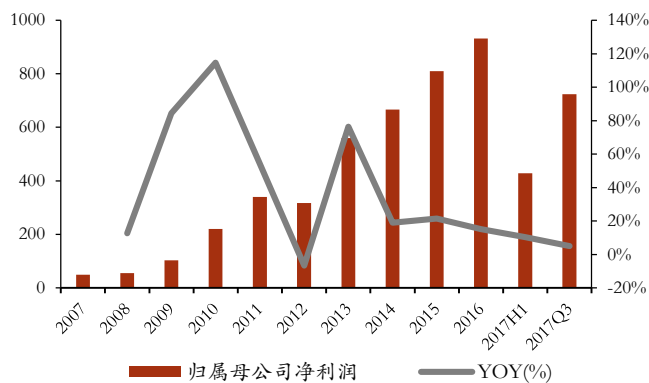
数据来源：互联网，东方证券研究所

汇川技术：国内智能制造龙头，同源技术延伸带来新突破

汇川技术是国内工业自动化龙头公司，通用自动化业务产品线完善，协同效应强；公司积极进军新能源汽车电驱电控、轨道交通牵引和工业机器人领域，实现业务新突破。2017 年前三季度公司实现营收 31.3 亿元，同比增长 27.6%，实现营业利润 7.77 亿元，同比增长 28.61%。公司变频器类产品占总营收比重 50%，伺服业务占 16%，新能源汽车及轨道交通牵引业务占 15% 左右。

图 62：公司营业收入及增速情况（百万元）


数据来源：Wind、东方证券研究所

图 63：公司归母净利润及增速情况（百万元）


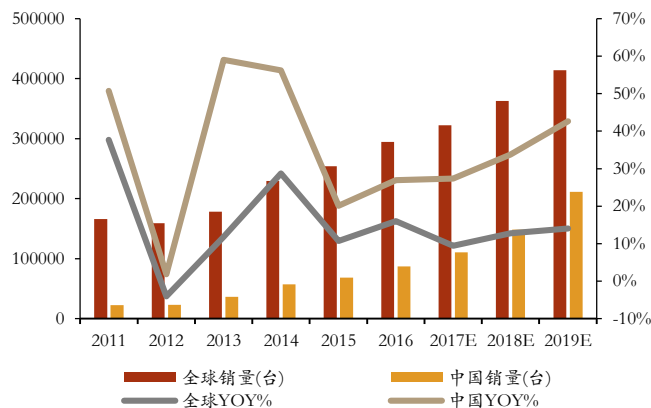
数据来源：Wind、东方证券研究所

2018 年公司通用自动化业务随制造业复苏稳步前进。一方面，随 2018 年各核心部件相关业务（通用变频解决方案、伺服系统）进口替代加速，公司龙头优势显现。另一方面，公司全面推进自动化业务向智能制造转型，公司围绕自身运动控制技术和产品线优势，开发 SCARA 机器人整体解决方案，并已经在电子制造、锂电、光伏等行业取得小批量销售。

图 64：汇川主要伺服产品列表

产品	用途
IS620N 伺服系统	印刷机、圆压圆模切机、雕铣机、多线切割机
IS620P 高性能伺服系统	印刷机、圆压圆模切机、机器人、雕铣机
IS650P 伺服驱动系统	弹簧机、弯箍机、数控机床、码垛机、冲床
IS600P 伺服系统	贴片机，印刷电路板打孔机，搬运机械，食品加工机械，传送机械
ISMD 高扭矩直驱电机	塑料挤出机、圆织机
ISMT 精密直接驱动电机	LCD、LED、机器人
IMC100 控制器	SCARA、DELTA 机器人

数据来源：公司官网、东方证券研究所

图 65：全球及中国工业机器人销量及增速


数据来源：IFR、东方证券研究所

新能源汽车电驱电控业务快速推进。公司较早开始布局新能源汽车电控业务，目前已经与宇通客车形成稳定的合作关系，并在物流车领域快速拓展。根据 2018 年新能源汽车补贴新规，对运营客车、物流车申请补贴标准由 3 年下降至 2 年将有效缓解下游客户现金流紧张问题，有助于客车和物流车产量的持续释放；新能源乘用车领域公司于瑞士 BRUSA 建立研发技术战略合作伙伴关系。

图 66：汇川新能源汽车发展路径



数据来源：公司官网、东方证券研究所

轨交牵引业务取得突破，收入将在 18、19 年陆续确认。汇川技术 2016 年上半年通过收购江苏经纬 50% 的股权切入轨道交通牵引业务，今年江苏经纬成功中标宁波 2 号线二期工程，预计中标金额 1.23 亿元，交付期限在 2018 年 6 月到 2019 年 12 月，本次中标是江苏经纬首次在苏州及深圳外获得订单，标志着公司业务拓展能力的走强，同时进入 2018 年江苏经纬在手订单将陆续进入收入确认环节，为公司 18 年轨交牵引业务的业绩增长奠定坚实基础。

上海机电：合作生产世界顶级减速机

与减速机世界第一的纳博合作生产减速机产品：日本纳博的精密减速机产品是一种专为工业机器人定制的本体核心部件。自 1985 年发明至今，日本纳博的精密减速机已累计向全球销售 500 万台，其生产的精密减速机扭矩大且精度高，高刚性且抗振性强，尤其产品质量保障期超长。20 多年来，日本纳博精密减速机全球市场占有率稳居 60%，持续保持世界第一。

图 67：国际减速机企业排名

排名	企业	类别
1	纳博特斯克	RV
2	哈默纳科	谐波
3	住友重机	RV
4	SPINEA	RV
5	SEJINIGB	RV

数据来源：高工产研机器人研究所 (GRII)、东方证券研究所

公司与日本纳博合作的 RV 减速机项目在 2016 年 5 月顺利投产，项目一期规划对应产能 10 万台/年，二期到 2020 年产能将扩至 20 万台/年，满产后产值将达 20 亿元。公司去年将纳博精机 33% 股权从子公司收回上市公司手下，有望进一步提速发展，开拓进入四大机器人合作供应商体系等。

纳博精机子公司 16 年营业收入 5,183.15 万，净利润-3138.85 万元，17 年产能释放以后，我们判断有望开始盈利，并与 18 年起开始贡献可观利润。

黄河旋风：智能制造一站式服务商，中国“工业 4.0”新旗帜

公司全资收购的明匠智能定位于智能制造总包服务商，

通过国内独创的高速数据采集器（板卡）、MES、六大上层工业软件和自动化装备集成等综合能力，为制造业企业提供智能制造的“一站式”解决方案；是国内仅有几家能够打通智能核心零部件-软件-本体制造-系统集成等产业链各个环节的智能制造方案提供商之一，被国家工信部评价为“中国工业 4.0 智能制造领军企业”，并参与了“中国智能制造 2025”指标体系的制定。是上海市高新技术企业，上海张江国家自主创新示范区专项发展重点企业，公司战略定位是做智能制造领域的最专注的整体服务提供商，包括：顶层架构设计、标准体系制定、智能系统集成、工控核心算法、工业软件、工业数据挖掘等。立足国内、全球视野，完整服务高、中、低端离散制造业、混合制造业。基于算法、数据、经验为客户切实提供精致、高效、稳定的系统与高价值服务。

图 68：明匠智能是中国智能制造领军企业

合作研究机构与政府部门	主要服务领域	部分智能制造项目	相关荣誉
工信部电子标准化研究院	智能制造企业服务总线 (MJ-ESB)	宝钢金属	上海市高新技术企业
中国工业设计研究院	大型自动化装配、检测生产线	中建钢构	上海市经信委重点培育企业
中国机械研究总院	工业机器人及其应用工程	阳光电源	张江国家自主创新示范区 2014-2015 年重点项目国家专项资助
中科院高研院智慧城市研究中心	自动导引车	美的电器	被国家工信部授予 2015 智能制造专项综合标准化实验验证项目单位
上海、重庆、中山、宁波、武汉等地经信委	物流与仓储自动化系统工程	骆驼股份 三一重工	中国智能制造 2025 标准体系三项标准起草单位

数据来源：公司新闻，东方证券研究所

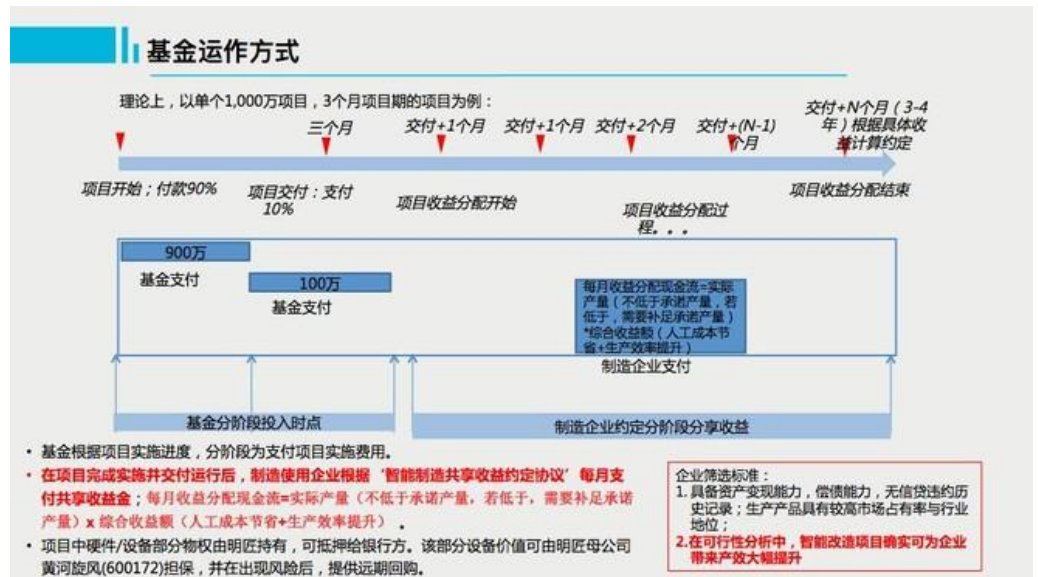
我们认为公司技术上拥有三大核心优势

首先是软硬件平衡的开发和集成能力，提供整套智能工厂解决方案；其次是自主研发国家标准的制造执行系统 (MES) 和企业资源管理系统 (ESB)；最后国内独一无二的板卡技术 (高速数据收集器)，能将不同协议的数控设备组网，真正形成工厂内部互联互通。

首创 IPP 产业基金模式，工业领域的 PPP

IPP 模式旨在通过政府及社会资本的力量推动中国的工业 4.0 改造，符合现阶段企业的要求，同时也符合国家政策的导向。该基金通过结合行业龙头、政府基金和社会资本，改变了行业生态，解决了企业改造资金的缺口，加快了企业智能改造的进度，从而推动了政府推行智能制造的步伐，也满足了社会资本参与工业 4.0 智能制造投资的诉求。并且该模式有望帮助明匠实现快速扩张。

图 69：明匠智能基金运作方式



数据来源：公司官网，东方证券研究所

东土科技：国内工业以太网领导企业

立足先发优势，成就工业以太网本土领导品牌。①、公司前身北京依贝特科技成立于2000年，凭借较早进入工业以太网领域的先发优势，及时跟踪掌握国际先进的工业以太网核心技术，致力于网络化工业控制整体解决方案的研究实践，工业以太网交换机市场份额位列全球前十大。②、作为国内工业互联技术领导企业，先后参与和承担了三项工业自动化信息领域国际标准，主导起草国家标准工业以太网交换机技术规范，承担了三项国家863课题。③、目前公司产品已广泛应用于电力、轨道交通、石油化工、航空航天、核工业、机械制造等工业领域。

图 70：东土科技智慧工业主要产品



数据来源：公司官网、东方证券研究所

内生+外延，不断完善工业互联网产品、解决方案及平台布局。①、公司 2012 年上市之前主要产品为工业以太网交换机、工业级光纤收发器及数据光端机，其中交换机收入贡献超过 95%。②、上市之后，公司立足早期在工业以太网交换机领域积累的领先地位，通过内生拓展+外延并购的形式，不断完善工业互联网相关业务布局，产品线延伸至智能终端产品、高精度时频产品、工业服务器等领域，解决方案除电力、轨道、石化及工业自动化之外，还覆盖智慧城市及智慧能源及军工等领域。③、2017 年 12 月公司“Intewell 工业互联网操作系统/云平台”正式亮相乌镇世界互联网大会，采用全球首创基于 IPV6 的实时宽带现场总线，将工业互联网技术应用到工业控制及智能制造的各个领域。

汉得信息：ERP 实施服务龙头厂商，智能制造业务加速增长

国内的高端 ERP 实施服务行业龙头，业务向多元化发展。公司是 SAP 的白金级合作伙伴，Oracle 的亚太地区白金级合作伙伴。目前已经积累 2000 多家大中型企业客户，在制造、电信、金融、化工、食品饮料等领域积累了专业化的实施经验，并在高端企业信息化市场形成品牌效应。近几年公司业务向 PLM、CRM 等非 ERP 套装软件的应用延伸，并在自有云产品和第三方云产品等新兴领域和产品上加大了研发和资源投入，使得公司服务领域向多元化发展，进一步提升行业发展空间与产业链地位。

汉得信息智能制造业务增长强劲。目前公司智能制造业务（MES+PLM）收入占比已达到 20%，其中，MES 是收入贡献的重要组成部分。公司在 MES 领域既有自有产品，也提供西门子等产品的实施。由于 MES 的高度定制化特点，MES 产品和实施服务的提供仍以项目制为主。公司智能制造客户主要集中在装备制造业、消费升级（家居、家装、服装等）、汽车零配件等，公司在离散型制造业涉足较多。

图 71：MES 产品的软件模块



数据来源：赛意信息招股说明书、东方证券研究所

汉得信息 MES 和 PLM 实施服务业务优势突出。公司的实施服务以制造业起家，在制造业领域有丰富的实施经验。具备强大的定制化与二次开发能力。是西门子实施合作伙伴中体量较大的公司。2014 年，汉得收购国内高端 PLM 产品咨询服务的领先企业——欧俊信息，欧俊信息主要为电子、

航空、汽车、机械制造等行业的客户实施 PLM 项目。汉得信息是大型企业 ERP 的实施方，MES&PLM 和 ERP 打通具备强需求，打通过程中也涉及到定制化实施和二次开发，公司的 ERP 实施服务优势和客户粘性将有助于其业务向 MES 和 PLM 实施延伸。

埃斯顿：具备核心技术的领军企业，内延外拓步入高速成长期

公司具备核心零部件制造能力，内延外拓加速追赶国际巨头。目前，公司的机器人本体产销规模处于行业领先地位。公司还具备控制器、伺服系统、减速装置及高阶算法的自主研发制造能力，公司产品自主化率达到 80%。在售后服务领域，公司通过互联网技术可实现远程服务支持并具备快速抵达现场的能力（24 小时内上门维护），服务范围及响应速度远超国际巨头。近年来，公司不断加大研发投入，并且通过收购/参股 trio, barrett 等技术公司，技术底蕴日渐深厚并缩短与国际巨头的差距：公司研发的焊接、折弯机器人性能已经达到甚至优越“四大家族”。

智慧工厂顺利落地，与“MAI”携手迈向未来。2018 年 1 月 19 日，埃斯顿工业机器人智能工厂顺利投产，产能将由目前的每年 2300 台套提升至 9000 台套。在目前快速增长的市场背景下，随着公司产能的不断释放，公司的规模效应及成本优势也将逐步显现。同时，公司通过控股德国“MAI”公司，向产业链下游下探完善公司业务版图。“MAI”公司在系统集成及汽车自动化领域有着深厚的技术积累与客户基础，公司未来有望吸收并受益“MAI”技术和客户基础，实现电子、汽车等相关领域的加速渗透。

图 72：埃斯顿工业机器人



数据来源：公司官网，东方证券研究所

图 73：埃斯顿智慧工厂



数据来源：公司官网，东方证券研究所

有望借力扬州曙光，强势切入军工自动化领域。目前，我国国防科技工业也步入了自动化升级/智能化转型的窗口期，根据“十三五”规划，国防军工领域的应用也将是工业机器人的重点推进领域。目前，公司的收购对象扬州曙光具备武器装备的科研生产资质并于公司产品及技术具备协同性。收购完成后，公司有望借力扬州曙光切入军工自动化，向军工国防输送机器人等相关产品（出于国防安全的考虑，国产机器人或成军工国防等相关领域的首选），再次打开市场空间。

宝信软件：智能制造+IDC，双轮驱动推动转型深化

积极转型，拥抱“智能制造+IDC”产业。公司自成立初致力于推动信息化与工业化深度融合、支撑中国制造企业发展方式转变、提升城市智能化水平等方面；成为中国领先的工业软件行业应用解决方案和服务提供商。公司产品与服务业绩遍及钢铁、交通、服务外包、采掘、有色、石化、装备制造（含造船）、资源、金融、公共服务、水利水务、医药等多个行业。2016 年是公司重大转型的年份，公司紧紧围绕“互联网+”、“中国制造 2025”等国家战略，致力于推动新一代信息技术与制造技术融合发展，引领中国工业化与信息化的深度融合，促进制造企业从信息化、自动化向智慧制造迈进。同时，公司顺应 IT 产业和技术的发展趋势，借助商业模式创新，全面提供云计算、数据中心（IDC）、大数据、工业 4.0、无人化、工业机器人等相关产品和服务。

表 11：宝信软件：业务升级，聚焦云服务（IDC）以及信息化与工业化融合

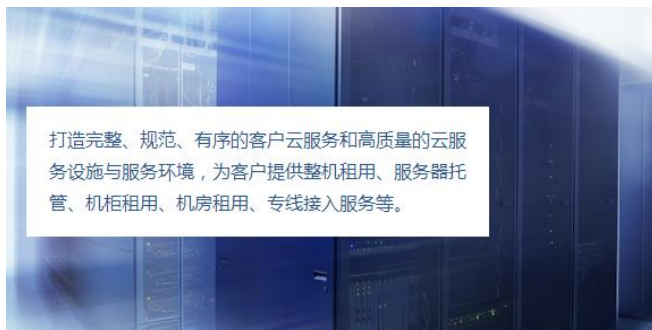
业务分类	经营模式及行业情况说明
MES 业务	拥有冶金、医药 MES 整体解决方案和 MES 产品
自动化业务	具备过程计算机、基础自动化、电气传动和检测仪表等领域的系统集成及实施能力，具备提供全层次和全生命周期服务的能力。
信息服务业务	云计算、IDC 租赁、传统集成、运行维护、信息安全等。
轨道交通业务	致力于城市轨道交通领域的工程建设、产品研发和整体解决方案的策划。
机电一体化业务	六个高端装备制造业务方向，包括无损探伤、智慧物流、机器视觉、热工装备、电磁技术、机器人应用等。
自动化服务业务	提供自动化运维咨询服务、控制系统设计和集成服务、三电系统生产准备服务、专业维修服务、自动化系统优化改善改造服务、技术培训服务等业务。
ERP 业务	聚焦钢铁、有色、医药、公共服务等行业及客户
大数据业务	帮助不同行业、不同企业构建大数据分析平台、企业级数据仓库、经营决策支持系统，帮助企业充分挖掘和利用自身的经营数据。
云应用业务	长期致力于企业职能领域信息化、行业供应链信息化、现代服务业信息化，及在传统模式和云计算模式下的应用。
无人化业务	专注于物流相关自动化技术、生产管理技术、智能化技术的深度融合，聚焦钢制品仓库无人化、散料堆取料无人化和输送自动化等领域。
电子设备技术业务	通过板卡级、装置级设备的维修大修和国产化代用、系统集成类项目的实施、机电和通信类设备运维项目的实施，实现同类型业务的功能复制和技术复用。
IDC 业务	在上海区域市场形成了规模化发展 IDC 产业的核心竞争能力，近期整体规划 30000 个机柜，已交付运营及在建 IDC 机房整体规模约 18000 个机柜。
智能化业务	业务涵盖智能建筑、智能园区、智能运输等诸多领域
化工业务	提供全层次、全流程、全生命周期的整体解决方案及一站式总包实施服务。
金融业务	在为金融企业提供软件开发测试、机房托管服务、云计算、大数据分析等方面具备较强实力。
水利水务业务	开发建设覆盖相关省市水资源管理业务、满足各级政府和部门管理需要的水资源管理平台，实现水资源信息共享、数据流转、业务协同、智能应用。

离散制造业务	形成了离散制造行业若干专项解决方案，以及若干离散制造行业的信息化咨询规划能力和信息化集成管理能力。
智慧交通业务	面向道路交通、公安、交警业务提供行业解决方案，通过提升市场竞争能力，已逐步树立了行业领先的市场地位。
咨询服务业务	专注于为不同类型的企业提供信息化规划、管理咨询、两化融合管理体系贯标咨询等专业咨询服务。

资料来源：公司公告、东方证券研究所

“宝之云”打造 IDC 批发业务高端品牌，业务容量持续提升。公司宝之云 IDC 产业位于上海市宝山区，依托母公司宝钢集团的资源优势，公司 IDC 业务在土地、配套供电等方面具备突出优势，为大客户提供大批量的、定制化的数据中心机房托管服务。目前宝信数据全面承担宝之云 IDC 产业园区的整体运营服务，目前共承担运维宝之云 IDC 一期至五期，共计 18000 个机柜；2018 年底将达到 30000 个机柜。

图 74：宝之云：构建 IDC 批发业务的全面服务



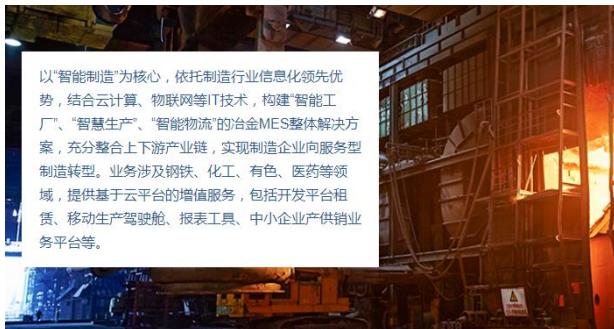
资料来源：宝信软件官网、东方证券研究所

图 75：宝之云：IDC 业务规模持续提升



资料来源：宝信软件官网、东方证券研究所

深耕钢铁冶金智能制造市场，入选首批智能制造系统解决方案供应商。公司成立 30 余年，一直致力于“工业化与信息化融合”，凭借两化融合领域的深厚积累，公司以宝钢为依托，积极探索构建智能工厂和智慧制造，目前公司在数学模型技术研发领域取得了丰硕成果，形成了冶金全制造过程的各类数学模型、过程控制平台系列产品以及各类冶金工艺生产过程的管理制造执行系统 MES，使工程技术创新能力显著增强。同时公司积极拓展新市场、新领域：在医药、制糖、电力等新涉行业的项目、产品及服务得以成功实施，相关的行业地位得到进一步巩固，并开始由解决方案提供商向服务提供商转变，综合竞争能力进一步增强。同时公司入选工信部首批智能制造系统解决方案供应商，随着公司投入研发的工业 4.0 解决方案、工业机器人、无人化物流管控等产品陆续投入应用，将奠定公司智能制造相关领域的领军地位。

图 76：公司 MES 业务：整合上下游产业链，构建智能工厂


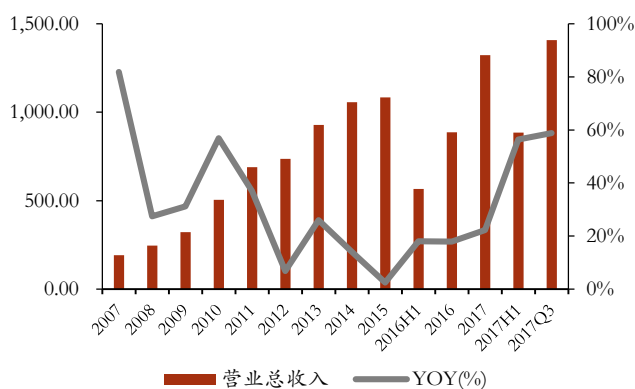
资料来源：宝信软件官网、东方证券研究所

图 77：公司无人化业务：实现两化深度融合

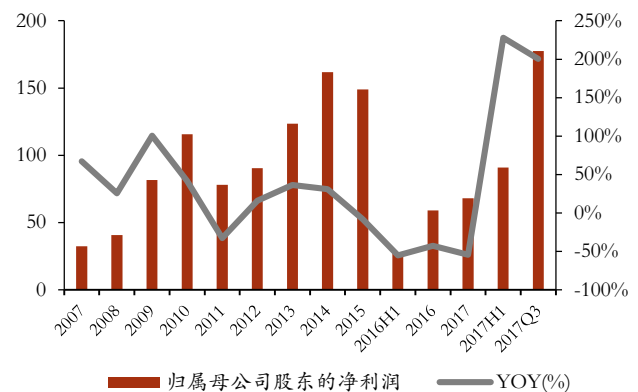

资料来源：宝信软件官网、东方证券研究所

英威腾：立足工控，多点扩展，明年有望持续业绩高增长

英威腾是国内领先的工业自动化企业，以变频器产品起家，近几年立足变频器业务进行横向及纵向的业务拓展，先后进军 UPS 电源、新能源电机电控、充电桩及轨道交通牵引业务。2017 年前三季度公司实现营收 14.08 亿元，同比增长 58.86%，实现归母净利润 1.77 亿元，同比增长 200%。公司业绩的爆发主要来自于变频器、UPS 电源及新能源汽车业务增长。

图 78：公司营业收入及增速情况（百万元）


数据来源：Wind、东方证券研究所

图 79：公司归母净利润及增速情况（百万元）


数据来源：Wind、东方证券研究所

新能源汽车电控产品扩张步伐较快，全面布局商用、乘用车。公司在新能源物流车电控领域已经与东风等主流车企建立合作关系，今年成为宇通客车的合格供应商，乘用车方面公司已经有相应产品产出。同时随公司今年 9 月完成收购普林亿威 100% 股权，公司在新能源汽车电机+电控一体化领域实现又一跨越。

轨交拥有自主研发能力，业务增长空间大。英威腾在 2015 年底通过轨交牵引评审，成为继中车时代之后中国轨道交通具有 100% 自主知识产权及研发能力的公司。目前公司已经中标深圳 9 号线工程。

拓斯达：受益行业高速增长，工业机器人的新锐快速崛起

工业机器人的新锐快速成长。公司是专业为下游制造业客户提供工业自动化整体解决方案及相关设备的高新技术企业。拓斯达目前以工业机器人集成应用为基础，以行业应用的个性化方案定制为核心，业务领域也逐步从注塑领域延伸覆盖至整个制造业。目前，公司的主要产品及服务包括工业机器人应用及成套装备、注塑自动化供料及水电气系统、辅机设备三大系列，广泛应用于 3C 产品、新能源、汽车零部件、精密电子、医疗器械等众多领域。经过多年发展，公司在工业机器人集成应用、工业自动化方案设计及自动化装备制造等方面已积累了丰富的成功经验，目前已与美的、海尔、比亚迪、长城汽车、格兰仕、格力、捷普绿点、TCL 等知名企业建立了良好的合作关系。

图 80：拓斯达自主研发的 6 轴机器人



数据来源：公司官网，东方证券研究所

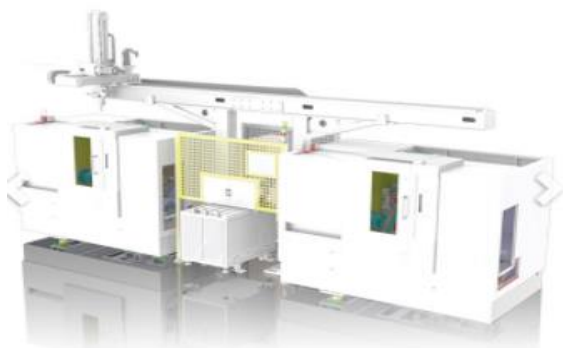
图 81：打磨机器人自动化解决方案



数据来源：公司官网，东方证券研究所

打造优势渠道，拓展汽车自动化领域。目前，公司在全国有 30 余个办事处，销售人员超过 300 人，服务客户超过 4600 家，基本实现对整个制造业的覆盖。公司目前以直销模式为主，通过与客户密切交流与跟踪，公司销售人员对应的单位营收远超行业平均水平。同时，根据公司近日发布的公告，公司拟全资收购东莞市野田智能装备有限公司，野田智能在焊接自动化设备领域拥有深厚的技术底蕴与客户优势（客户大多是上海大众，一汽奥迪等一线品牌），此次收购有望加速公司在国内知名车企自动化领域的渗透，打开公司成长空间。

图 82：CNC 上下料解决方案



数据来源：公司官网，东方证券研究所

图 83：精雕机自动化解决方案



数据来源：公司官网，证券研究所

中大力德：减速器/电机的国产新星

公司深耕于机械传动与控制应用领域。公司于 2017 年 8 月在深交所上市，是减速传动领域的高新技术企业。主要产品包括精密减速器、传动行星减速器、各类小型及微型减速电机等，为各类机械设备提供安全、高效、精密的动力传动与控制应用解决方案。产品下游广泛应用于工业机器人、智能物流、新能源、工作母机等领域以及食品、包装、纺织、电子、医疗等专用机械设备。

- 减速器：由多个齿轮组成的传动零部件，利用齿轮的啮合改变电机转速，改变扭矩及承载能力，也可实现精密控制。
- 减速电机：由电机和减速器集成，是在机电一体化的趋势下发展起来的产品。减速电机采用模块化、系列化的设计思想，提供各种机电组合和结构方案，以满足不同的应用需求。

图 84：减速器/电机产品示意图

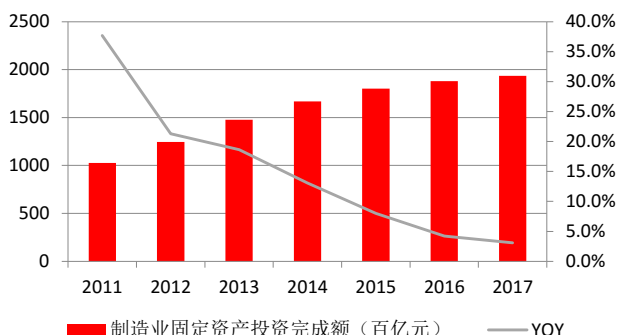


数据来源：公司官网、东方证券研究所

减速器/电机的行业需求保持稳定增长。近年来，我国固定资产投资始终保持着我国经济发展的重要驱动地位，而制造业固定资产投资占比较高，2015 年占比已达 32.7%，位列所有行业的首位。在制造业固定资产投资的拉动下，减速器、减速电机作为各类机械设备不可替代的动力传动及控制应用零部件，其产业需求将持续旺盛。

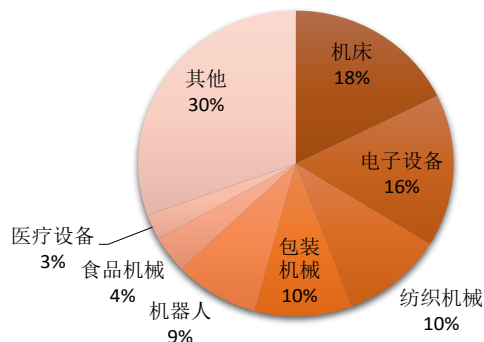
同时，智能制造产业升级为产品发展带来高端需求。国家突出工业化、信息化深度融合，大力发展以高档数控机床和工业机器人为代表的智能装备，深入推进装备制造业转型升级。随着国内伺服系统市场的快速增长，伺服电机搭载精密减速器的比例上升，将推进与其配套的精密减速器的市场需求，精密减速器的应用领域也将不断拓展。

图 85：制造业固定资产投资持续增长



数据来源：WIND，东方证券研究所

图 86：2015 年伺服系统下游分布



数据来源：公司招股说明书，东方证券研究所

国产替代潜力巨大。目前，小型和微型减速电机已基本实现国产化，国内企业占据主导地位。但在伺服系统、数控机床、工业机器人领域应用的精密减速器主要从国外进口。考虑到外资企业产品价格昂贵，售后维修保养费用高昂，无法及时对客户的问题做出响应和提供足够的支持，这直接制约了我国基础设施工业化、自动化进程。因此，我国高端减速器、减速电机的进口替代过程提速势在必行。

在不考虑智能制造产业升级转型带来的需求情况下，RV 减速器、谐波减速器国产化率不超过 5%，精密行星减速器国产化率不超过 40%，未来我国高端减速器、减速电机行业至少将新增几十亿元的市场空间。在这过程中，伴随国内企业技术研发实力的增强，势必会有一批优质的核心零部件企业脱颖而出。

东方国信：大数据业务龙头，工业互联网业务成新增长点

公司自成立以来，东方国信就专注于大数据领域，紧跟全球大数据技术的发展趋势，通打造了面向大数据采集、汇聚、处理、存储、分析、挖掘、应用、管控为一体的大数据核心能力，构建了以大数据、云计算及移动互联三大技术体系为核心的云化架构的大数据产品体系。基于大数据的核心能力，东方国信以“大数据+”为战略，以领先的大数据产品及解决方案服务于通信、金融、工业、智慧城市、公共安全、智慧旅游、农业、医疗、媒体、大数据运营等 10 余个行业和业务领域，业务覆盖全球 35 个国家的上千客户。

发布工业互联网平台 BIOP；在工业领域，东方国信基于大数据核心实力和多年积累的行业经验，打造可拓展云化操作系统平台——工业互联网平台 BIOP，应用于冶金、能源、高铁、矿山等多个领域。以东方国信炼铁大数据智能互联云平台为例，通过机理模型、专家系统和大数据平台，帮助钢铁行业降低成本，提升质量和效率。目前，炼铁大数据智能互联云平台已覆盖全国 60% 的高炉系统，平均每年节省冶炼成本 100 亿元，减少二氧化碳排放量 1000 万吨。前期公司公告中标 2017 年工业转型升级（中国制造 2025）重点项目，致力于基于炼铁大数据平台和各工序智能系统的炼铁信息物理系统和智能工厂，有利于公司进一步开拓在工业互联网领域的大数据业务，促进公司未来在工业互联网领域业务规模的提升。

图 87：发布工业互联网平台 BIOP：构建完善解决方案、拓展典型行业应用



资料来源：公司官网、东方证券研究所

风险提示

宏观经济下行带来行业发展低于预期：如果宏观经济环境发生较大变化，影响制造企业在智能制造领域升级方面的投资意愿与投资能力，则对需求和进展产生不利影响；

新进入者影响竞争格局：如果阿里、腾讯、华为、京东等互联网与科技巨头加强工业互联网领域的布局，将有可能对工业软件厂商向平台模式转型带来一定压力，对竞争格局产生影响。

信息披露

依据《发布证券研究报告暂行规定》以下条款：

发布对具体股票作出明确估值和投资评级的证券研究报告时，公司持有该股票达到相关上市公司已发行股份1%以上的，应当在证券研究报告中向客户披露本公司持有该股票的情况，

就本证券研究报告中涉及符合上述条件的股票，向客户披露本公司持有该股票的情况如下：

截止2017年09月30日 00:00，上海东方证券资管-光大银行-东证资管汉得信息1号集合资产管理计划持有汉得信息(300170.SZ)股票12,890,839股，占总股本1.50%。资管单独持有占总股本比超过1%！

截止本报告发布之日，东证资管仍持有东方国信(300166.SZ) 股票达到相关上市公司已发行股份1%以上。

截止本报告发布之日，东证资管仍持有汇川技术(300124.SZ) 股票达到相关上市公司已发行股份1%以上。

提请客户在阅读和使用本研究报告时充分考虑以上披露信息。

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

公司投资评级的量化标准

买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；

增持：相对强于市场基准指数收益率 5%~15%；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5%~+5%之间波动；

减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5%~+5%之间波动；

看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

免责声明

本研究报告由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本研究仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必备措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

联系人：王骏飞

电话：021-63325888*1131

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn

Email：wangjunfei@orientsec.com.cn

